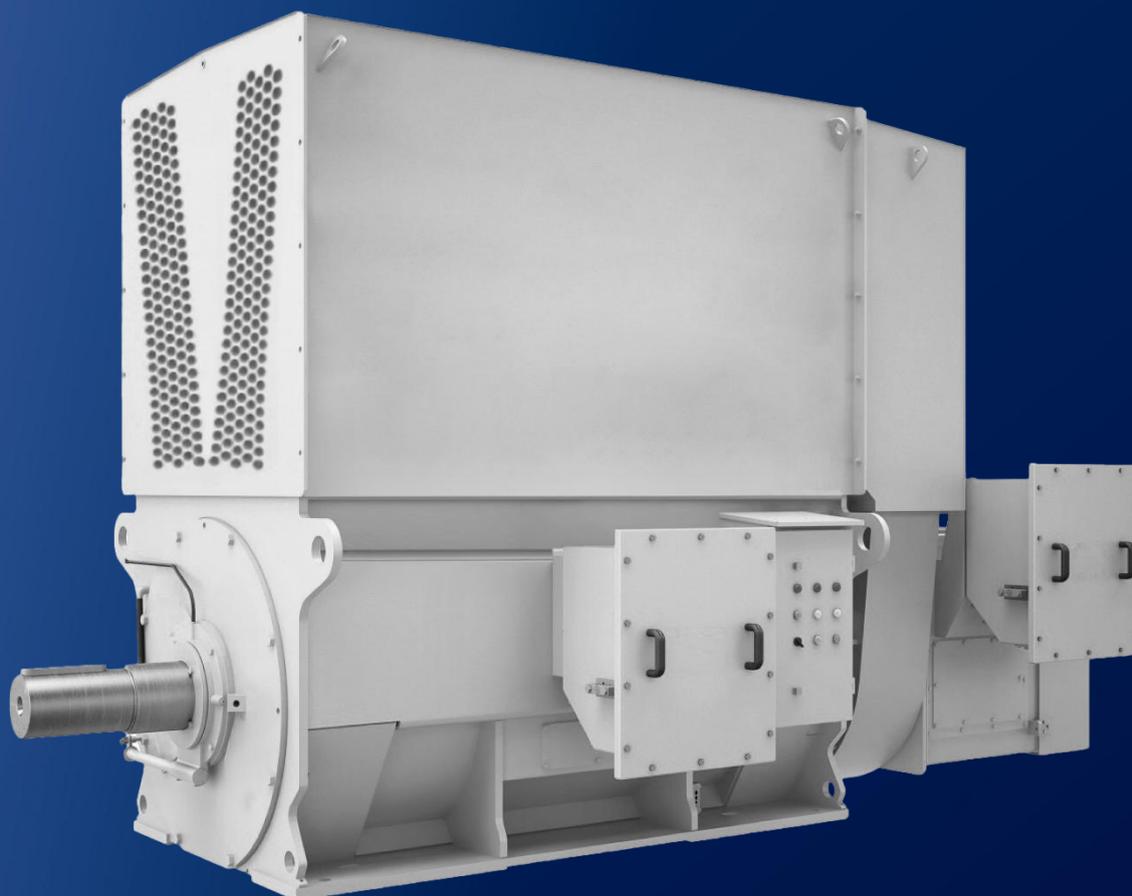




**ТЕХНОГРУПП**  
КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ



## **РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ НИЗКОВОЛЬТНЫХ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ TG DRIVE С ФАЗНЫМ РОТОРОМ СЕРИИ TGAF**

Информация, содержащаяся в руководстве, является объектом прав интеллектуальной собственности АО «Техногрупп» и предназначена исключительно для использования организацией, которой адресован этот документ. Версия документа: 3.0.

### Уважаемый Заказчик!

Благодарим за приобретение электродвигателя АО «Техногрупп». Наша продукция разработана в соответствии с высочайшими стандартами качества и эффективности, гарантирующими надежную работу.

Эксплуатация электродвигателей должна выполняться с соблюдением особых мер предосторожности: как во время хранения, так и при установке и техобслуживании. В связи с чем рекомендуется тщательно изучить содержание данного руководства, прежде чем приступать к установке, эксплуатации или техобслуживанию электродвигателя для обеспечения безопасной и продолжительной работы вашего оборудования и предприятия.

Всегда храните данное руководство рядом с электродвигателем, чтобы найти в нем нужную информацию в случае необходимости. Для получения дополнительной информации свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

### ВНИМАНИЕ

- Для сохранения права на гарантийное обслуживание необходимо соблюдать требования, содержащиеся в данном руководстве.
- Установка, эксплуатация и техобслуживание электродвигателя должны выполняться только квалифицированным персоналом.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	9
1.1 Квалифицированный персонал.....	9
1.2 Правила техники безопасности.....	9
1.3 Стандарты.....	10
1.4 Условия окружающей среды.....	10
1.5 Условия эксплуатации.....	11
1.6 Напряжение и частота.....	11
1.7 Структура условного обозначения электродвигателей TG DRIVE серии TGAF.....	12
2. ПРИЕМКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ.....	13
2.1 Приемка.....	13
2.2 Перемещение.....	14
2.3 Хранение.....	15
2.3.1 Общие требования.....	15
2.3.2 Хранение вне помещения.....	15
2.3.3 Длительное хранение.....	16
2.3.4 Защиты и проверки в процессе хранения.....	17
2.3.4.1 Обогреватель.....	17
2.3.4.2 Сопротивление изоляции.....	17
2.3.4.3 Открытые механически обработанные поверхности.....	17
2.3.4.4 Уплотнения.....	18
2.3.4.5 Подшипники.....	18
2.3.4.5.1 Подшипники качения с консистентной смазкой.....	18
2.3.4.5.2 Подшипники качения с масляной смазкой.....	18
2.3.4.5.3 Подшипник скольжения.....	19
2.3.4.6 Клеммные коробки.....	20
2.3.4.7 Воздушно-водяной теплообменник.....	20
2.3.4.8 Щеточный узел.....	21
2.3.4.9 Очистка и защита электродвигателя в процессе хранения.....	21
2.3.4.10 Проверки и ведение записей во время хранения.....	22
2.3.4.11 Диагностическое / профилактическое техническое обслуживание.....	22
2.3.4.12 План технического обслуживания во время хранения.....	22
2.3.5 Подготовка к монтажу электродвигателя.....	24

2.3.5.1 Очистка .....	24
2.3.5.2 Проверка подшипников .....	24
2.3.5.3 Смазка подшипников .....	24
2.3.5.4 Проверка сопротивления изоляции.....	24
2.3.5.5 Щеточный узел .....	24
2.3.5.6 Прочее.....	25
3. УСТАНОВКА, ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ НА МОНТАЖЕ .....	26
3.1 Место установки.....	26
3.2 Блокировка вала .....	26
3.3 Направление вращения .....	27
3.4 Сопротивление изоляции .....	27
3.4.1 Правила техники безопасности.....	27
3.4.2 Общие положения .....	27
3.4.3 Измерение сопротивления изоляции обмоток статора и коэффициента абсорбции.....	27
3.4.4 Измерение сопротивления изоляции обмоток ротора .....	29
3.4.5 Дополнительные измерения и мероприятия.....	29
3.4.6 Измерение индекса поляризации .....	29
3.5 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты .....	30
3.6 Измерение сопротивлений обмоток постоянному току .....	30
3.7 Защитные устройства, датчики и опциональные приборы .....	31
3.7.1 Тепловая защита .....	31
3.7.1.1 Предельные температуры для обмоток .....	31
3.7.1.2 Предельные температуры для подшипников .....	32
3.7.1.3 Зависимость сопротивления терморезистора PT100 от температуры.....	32
3.7.2 Обогреватель .....	33
3.7.3 Датчик утечки воды.....	33
3.8 Охлаждение.....	33
3.8.1 Самовентиляция от установленного на валу вентилятора, охлаждающего внешнюю поверхность двигателя.....	34
3.8.2 Охлаждение воздушно-водяным теплообменником.....	34
3.8.3 Радиаторы на морской воде.....	35
3.8.4 Гидравлические испытания воздушно-водяного теплообменника .....	35
3.8.5 Независимая вентиляция .....	36
3.9 Электрические соединения .....	36
3.9.1 Основные электрические соединения и направление вращения.....	36

3.9.2	Заземление.....	37
3.9.3	Схемы подключения вспомогательного оборудования .....	37
3.10	Механическая сборка.....	37
3.10.1	Опорная конструкция.....	37
3.10.2	Установка горизонтального электродвигателя с фундаментной плитой (рамой) .....	38
3.10.3	Установка горизонтального электродвигателя на фундаментной плите (раме).....	38
3.10.4	Установка вертикального электродвигателя .....	39
3.10.5	Установка фланцевого горизонтального электродвигателя .....	39
3.10.6	Выравнивание электродвигателя на основании.....	40
3.10.7	Соосность.....	40
3.10.8	Установка штифтов в опоры двигателя.....	42
3.10.9	Муфтовое соединение.....	42
3.10.9.1	Прямое зацепление .....	43
3.10.9.2	Зацепление при помощи зубчатых муфт.....	43
3.10.9.3	Зацепление электродвигателей, оборудованных подшипниками скольжения. ....	43
3.10.10	Циркуляционная подача смазки (опция) к подшипникам и заполнение самосмазывающихся подшипников с масляными кольцами.....	44
4.	ПРОВЕРКИ ПЕРЕД ПЕРВЫМ ЗАПУСКОМ И ПОРЯДОК ЗАПУСКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ.....	46
4.1	Общие требования по готовности электродвигателя к пуску.....	46
4.2	Порядок запуска электродвигателя с фазным ротором .....	47
5.	ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ .....	48
5.1	Первый запуск.....	48
5.2	Эксплуатация.....	49
5.2.1	Общие положения .....	49
5.2.2	Температура .....	50
5.2.3	Подшипники.....	50
5.2.3.1	Система впрыска масла под высоким давлением .....	51
5.2.3.2	Система циркуляции масла / подачи масляного тумана .....	51
5.2.4	Щеточный узел.....	51
5.2.5	Радиаторы .....	51
5.2.6	Вибрация .....	52
5.2.7	Предельные уровни вибрации вала .....	53
5.2.8	Отключение.....	54

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	55
6.1 Общие положения .....	55
6.2 Очистка электродвигателя.....	55
6.3 Техническое обслуживание обмоток .....	56
6.3.1 Проверка обмоток .....	56
6.3.2 Чистка обмоток.....	56
6.3.3 Проверки .....	56
6.3.4 Повторная изолировка.....	57
6.3.5 Сопротивление изоляции .....	57
6.4 Техническое обслуживание системы охлаждения.....	57
6.4.1 Электродвигатель с воздухо-воздушным теплообменником (Например, IC611)..	57
6.4.2 Электродвигатель с воздухо-водяным теплообменником (Например, IC81W) ....	57
6.4.2.1 Инструкции по извлечению и техническому обслуживанию теплообменника.	58
6.4.2.2 Защитные аноды .....	58
6.4.3 Электродвигатели открытого типа (IC01) .....	58
6.5 Обслуживание щеточного отсека .....	58
6.5.1 Очистка щеточного узла.....	58
6.5.2 Щеткодержатель и щетки .....	59
6.6 Устройство заземления вала .....	59
6.7 Техническое обслуживание подшипников.....	60
6.7.1 Подшипники качения с консистентной смазкой .....	60
6.7.1.1 Указания по смазке .....	61
6.7.1.2 Инструкции для повторной смазки подшипников качения .....	61
6.7.1.3 Тип и количество смазки.....	62
6.7.1.4 Виды смазки .....	62
6.7.1.5 Процедура полной замены смазки.....	64
6.7.2 Смазываемые маслом подшипники качения.....	64
6.7.2.1 Тип масла .....	64
6.7.2.2 Замена масла.....	64
6.7.2.3 Эксплуатация подшипников .....	65
6.7.3 Замена подшипников качения .....	65
6.7.4 Подшипники скольжения .....	66
6.7.4.1 Технические данные подшипников.....	66
6.7.4.2 Охлаждение за счет циркуляции воды .....	66
6.7.4.3 Замена масла .....	66

6.7.4.4 Уплотнение подшипника .....	67
6.7.4.5 Эксплуатация подшипников скольжения .....	68
6.7.4.6 Техническое обслуживание подшипников.....	68
6.7.5 Защита подшипников от перегрева .....	69
6.7.6 План технического обслуживания электродвигателя.....	69
7. РАЗБОРКА И СБОРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....	72
7.1 Порядок разборки .....	72
7.2 Порядок сборки.....	72
7.3 Измерение воздушного зазора .....	73
7.4 Момент затяжки.....	73
7.5 Запасные детали .....	73
8. НЕИСПРАВНОСТИ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .....	75
9. УТИЛИЗАЦИЯ.....	78
9.1 Среднее содержание материалов.....	78
9.2 Переработка упаковочных материалов .....	78
9.3 Изделия с электрической изоляцией .....	78
9.4 Опасные отходы.....	79
9.5 Захоронение отходов .....	79
10. ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ .....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ЧЕК-ЛИСТ ГОТОВНОСТИ ОБЪЕКТА К ПРОВЕДЕНИЮ ШЕФ- МОНТАЖНЫХ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ .....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЧЕК-ЛИСТ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ И МОНТАЖА .....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНКЕТА ВЫШЕДШЕГО ИЗ СТРОЯ ОБОРУДОВАНИЯ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СУШКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	89

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем руководстве содержится информация, касающаяся низковольтных и высоковольтных трехфазных асинхронных электродвигателей TG DRIVE с фазным ротором серии TGAF.

Электродвигатели со специальными функциями могут поставляться с дополнительными документами (чертежами, схемами подключения, кривыми характеристик и т. д.). Прежде чем приступать к установке, эксплуатации или техобслуживанию электродвигателя, необходимо тщательно ознакомиться с содержанием этих документов, а также данного руководства.

При использовании пусковых устройств необходимо в обязательном порядке следовать инструкциям, приведенным в соответствующем руководстве пускового устройства.

Для получения любой дополнительной информации по электродвигателям с большим количеством специальных функций свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп». В целях обеспечения правильной работы электродвигателя, а также для безопасности обслуживающего персонала необходимо соблюдать все требования, указанные в данном руководстве и технических приложениях к габаритному чертежу.

Гарантийные обязательства производителя также действительны только при условии соблюдения указанных требований. В связи с этим рекомендуется тщательно изучить содержание данного руководства, прежде чем приступать к установке и эксплуатации электродвигателя. Для получения любой дополнительной информации свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

### ВНИМАНИЕ

- Для сохранения права на гарантийное обслуживание необходимо соблюдать требования, содержащиеся в данном руководстве.
- Установка, эксплуатация и техобслуживание электродвигателя должны выполняться только квалифицированным персоналом.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Весь персонал, задействованный в установке, эксплуатации или техобслуживании электроустановок, должен своевременно получать информацию об изменениях в стандартах безопасности и инструкциях по технике безопасности, связанных с их работой, а также неукоснительно соблюдать содержащиеся в них требования. Перед началом работ ответственное лицо должно обеспечить выполнение требований техники безопасности, а также предупредить персонал об опасности, которой он подвергается при выполнении той или иной операции.

Ненадлежащее применение, эксплуатация или техническое обслуживание электродвигателя может привести к тяжелым травмам и (или) материальному ущербу. В связи с этим настоятельно рекомендуется допускать к эксплуатации и техобслуживанию электродвигателя только квалифицированный персонал.

### 1.1 Квалифицированный персонал

Квалифицированным персоналом считаются сотрудники, которые прошли соответствующее обучение, имеют опыт работы с подобным оборудованием, ознакомлены с применимыми стандартами по эксплуатации и технике безопасности, а также с условиями эксплуатации. Это сотрудники, которые уполномочены выполнять все необходимые операции, а также способны самостоятельно распознавать опасные ситуации и принимать меры по недопущению их возникновения.

Квалифицированный персонал также должен знать правила оказания первой медицинской помощи и должен при необходимости быть в состоянии ее оказать.

Эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом должен заниматься только квалифицированный персонал.

### 1.2 Правила техники безопасности

В процессе нормальной эксплуатации данного оборудования существует опасность, связанная с вращающимися, находящимися под высоким напряжением или обладающими повышенной температурой компонентами.

В связи с этим эксплуатация электродвигателя с открытыми клеммными коробками, снятыми защитными кожухами или с нарушениями требований техники безопасности может привести к травмам персонала и материальному ущербу.

При использовании устройств и оборудования вне производственной среды заказчик должен обеспечить безопасную работу оборудования, предприняв в процессе установки необходимые меры защиты и безопасности.

Лица, ответственные за безопасность установки, обязаны:

- Удостовериться, что в установке и эксплуатации оборудования участвует только квалифицированный персонал.
- Удостовериться, что у персонала есть данное руководство и другие документы, поставляемые вместе с электродвигателем, что персонал выполняет поставленные задачи в строгом соответствии с инструкциями по эксплуатации, соответствующими стандартами и документами на изделие.

Несоблюдение требований по установке и безопасности может привести к

аннулированию гарантии на изделие. Пожарное оборудование и знаки с правилами оказания первой медицинской помощи должны быть размещены на производственной площадке в хорошо обозримых и легкодоступных местах.

Квалифицированный персонал должен:

- Соблюдать все технические условия, касающиеся разрешенного применения (условия эксплуатации, подключение и окружающая обстановка по месту установки) и содержащиеся в заказе на покупку, руководстве по эксплуатации и прочих документах.
- Соблюдать специальные нормы и условия, действующие по месту установки.
- Использовать для перемещения и транспортировки только подходящие инструменты и оборудование.
- Следить, чтобы защитные устройства отдельных компонентов были сняты непосредственно перед их установкой.

Отдельные детали должны храниться в защищенной от вибрации упаковке. Необходимо обеспечить их защиту от падения и агрессивных сред, а также проследить, чтобы персонал не подвергался опасности.

### 1.3 Стандарты

Электродвигатели проектируют, изготавливают и испытывают в соответствии с требованиями стандартов, перечисленных в Табл. 1.1. Точный перечень применимых стандартов приведен в договоре на покупку, где могут быть указаны и другие национальные или международные стандарты в зависимости от области применения или места эксплуатации.

Таблица 1.1. Основные применяемые стандарты

Наименование	Стандарт
Номинальные и рабочие характеристики, приемо-сдаточные испытания	ГОСТ МЭК 60034-1
Степени защиты (код IP)	ГОСТ МЭК 60034-5
Методы охлаждения (код IC)	ГОСТ МЭК 60034-6
Тип монтажа (код IM)	ГОСТ МЭК 60034-7
Маркировка выводов	ГОСТ МЭК 60034-8
Пределы шума	ГОСТ МЭК 60034-9
Механические вибрации	ГОСТ МЭК 60034-14
Определение превышения температуры	ГОСТ МЭК 60034-29
Габаритные размеры	ГОСТ МЭК 60072-1
Электрическая изоляция. Классификация и обозначения по термическим свойствам	ГОСТ МЭК 60085

### 1.4 Условия окружающей среды

Электродвигатель спроектирован для конкретной области применения в соответствии с условиями окружающей среды (температура и высота над уровнем моря), которые описаны в паспортной табличке и спецификации к электродвигателю.

При использовании электродвигателей с водяным охлаждением температура охлаждающей воды не должна быть менее +5 °С.

При эксплуатации электродвигателя не допускаются локальные внешние температурные воздействия выше 40 °С, если иное не указано в спецификации на поставку электродвигателя.

### 1.5 Условия эксплуатации

Чтобы гарантия на изделие была действительной, электродвигатель должен эксплуатироваться в соответствии с номинальными характеристиками, указанными в его паспортной табличке, а также с соблюдением содержащейся в габаритном чертеже и данном руководстве информации.

### 1.6 Напряжение и частота

Чрезвычайно важно обеспечить электродвигателю надлежащее электропитание. Проводники и комплексная система защиты должны обеспечить надежное электропитание на клеммах электродвигателя в пределах диапазона в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60034-1:

- Напряжение может варьироваться в диапазоне  $\pm 10\%$  от номинального значения.
- Частота может варьироваться в диапазоне от  $-5\%$  до  $+3\%$  от номинального значения.

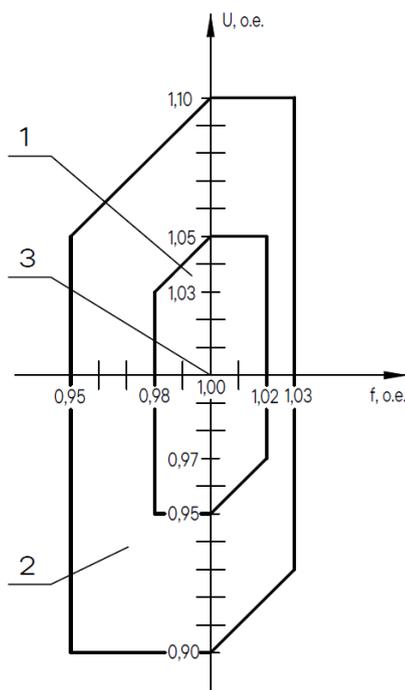


Рис 1.1 Пределы изменения напряжения и частоты

Условные обозначения к Рис. 1.1:

- U – Напряжение;
- f – Частота;
- 1 – Зона А;

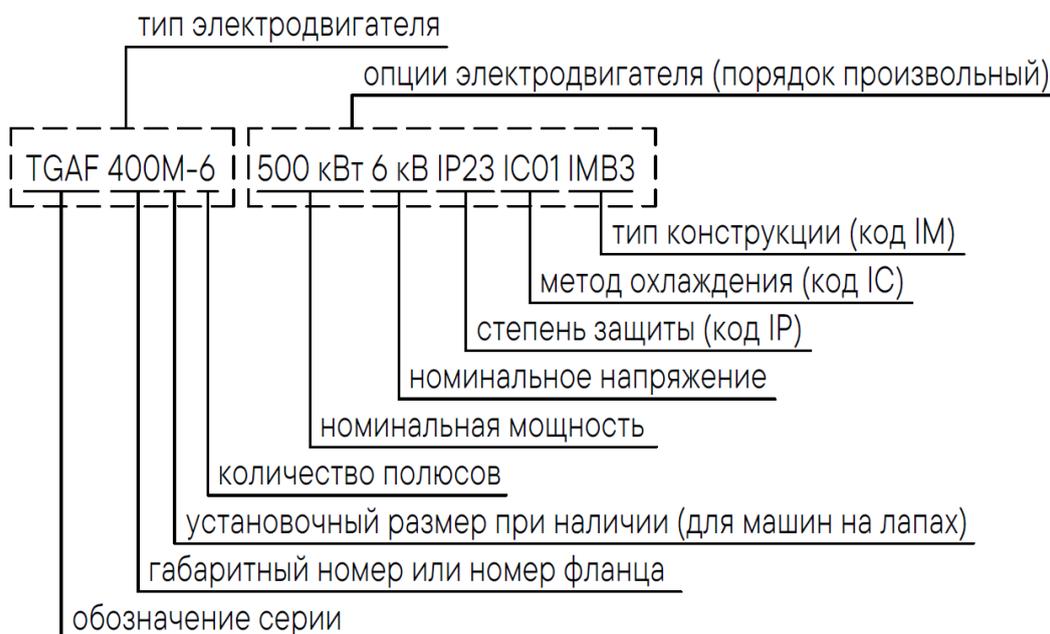
- 2 – Зона Б (за пределами зоны А);
- 3 – точка номинальных значений.

Электродвигатель должен выполнять свою основную функцию в течение длительного времени внутри зоны А. Однако при этом он может не полностью обеспечивать свои рабочие характеристики, соответствующие номинальным значениям напряжения и частоты, возможны их некоторые отклонения (см. точку номинальных значений на Рис. 1.1). Превышения температуры могут быть больше, чем при номинальных значениях напряжения и частоты.

Электродвигатель способен выполнять свои основные функции внутри зоны Б, однако при этом могут иметь место большие, чем в зоне А, отклонения его рабочих характеристик от характеристик при номинальных напряжении и частоте. Превышения температуры будут выше, чем при номинальных значениях напряжения и частоты и при работе в зоне А.

Продолжительная эксплуатация за пределами зоны Б не рекомендуется.

## 1.7 Структура условного обозначения электродвигателей TG DRIVE серии TGAF



Расшифровка структуры условного обозначения:

- Серия:  
TGAF – высоковольтный асинхронный электродвигатель с фазным ротором
- Габаритный номер или номер фланца определяются соответственно высотой вращения электродвигателя на лапах или диаметром окружности крепежных отверстий фланца в мм
- Установочный размер обозначается символами S, M, L  
S – укороченное исполнение;  
M – исполнение средней длины;  
L – удлиненное исполнение.
- Остальные параметры в расшифровке не нуждаются

## 2. ПРИЕМКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ

### 2.1 Приемка

Все поставляемые электродвигатели прошли испытания и находятся в полностью исправном состоянии. Все обработанные поверхности защищены от коррозии. После доставки электродвигателя следует проверить целостность упаковки, чтобы выявить возможные повреждения, произошедшие при транспортировке.

#### **ВНИМАНИЕ**

Необходимо зафиксировать данные о повреждении в товарно-транспортной накладной (или иных транспортных документах) сфотографировать любые обнаруженные повреждения, внести их в Акт/отчет и немедленно сообщить транспортной компании, страховой компании и АО «Техногрупп». Если вы не зафиксировали и не сообщили о наличии повреждений грузовых мест, гарантия на повреждённое оборудование считается недействительной.

Состояние деталей, поставляемых в отдельной упаковке, следует проверять при получении и перед размещением на хранение в течение не более 3 рабочих дней с момента поступления.

- При подъеме электродвигателя в упаковке (или контейнере) следует руководствоваться информацией, указанной на упаковке или заводской табличке: о точках крепления тросов, массе электродвигателя в упаковке и грузоподъемности подъемного устройства.
- Электродвигатели, поставляемые в деревянных ящиках, следует поднимать только за специальные болты с проушинами/подъемные скобы или с помощью вилочного погрузчика, но не за детали деревянного ящика.
- Запрещается переворачивать упаковку. Чтобы избежать повреждения подшипников, ставьте упаковку на пол осторожно (без удара).
- Запрещено удалять антикоррозионное покрытие на основе консистентной смазки с обработанных поверхностей и конца вала, а также заглушки и резиновые вставки из отверстий распределительного щита. Данные защитные приспособления разрешено снимать только перед окончательной сборкой.
- После снятия упаковки необходимо провести полный визуальный осмотр электродвигателя.
- Систему блокировки вала следует снимать, каждый раз при выполнении операций по провороту вала во время хранения с последующей установкой системы блокировки вала после каждого выполнения проворотов, непосредственно перед установкой электродвигателя на позицию. Рекомендуется сохранить систему блокировки вала для следующей транспортировки электродвигателя. Запрещается транспортировка электродвигателя без системы блокировки вала.

## 2.2 Перемещение

Электродвигатель следует перемещать в положениях, показанных на Рис. 2.1.

При необходимости снимите теплообменник перед подъемом электродвигателя.

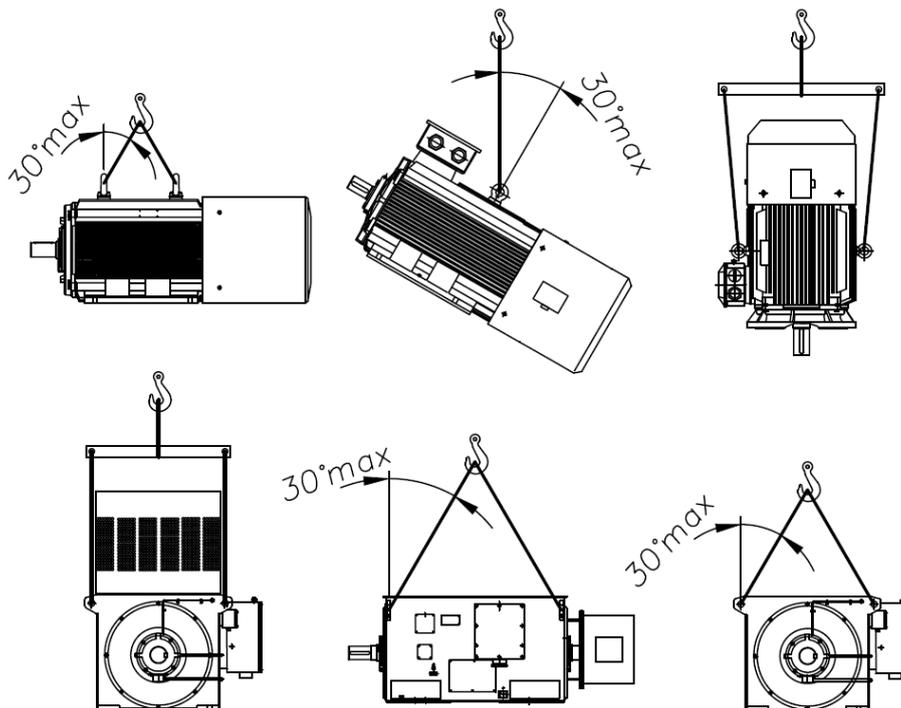


Рис. 2.1 Перемещение электродвигателя

### ПРИМЕЧАНИЕ

- Не превышайте указанную грузоподъемность стропов и грузоподъемных механизмов. Не поднимайте электродвигатель рывками и не ставьте его резко на пол, так как это может привести к повреждению подшипников.
- Для подъема электродвигателя используйте только специально предназначенные проушины и рым-болты. При необходимости для защиты деталей электродвигателя используйте траверсу.
- Болты с проушинами, имеющиеся на теплообменнике, крышках, подшипниках, радиаторе, распределительном шкафу и т. д., предназначены исключительно для подъема этих компонентов по отдельности.
- Запрещено поднимать электродвигатель за вал.
- Подъемные проушины на корпусе предназначены только для подъема электродвигателя. Никогда не используйте их для подъема собранной установки с приводом от электродвигателя.

### ВНИМАНИЕ

- Перед тем, как приступить к перемещению электродвигателя, необходимо заблокировать вал с помощью устройства, входящего в комплект поставки электродвигателя.

- Подъемное оборудование и устройства должны быть в состоянии выдержать массу электродвигателя.

## 2.3 Хранение

### 2.3.1 Общие требования

Если электродвигатель не устанавливается/монтируется на место эксплуатации сразу после приемки/поступления на площадку (не позднее 2 календарных дней), его необходимо разместить на хранение в отапливаемом хранилище, выполнив мероприятия по визуальному осмотру прибывшего оборудования с частичным разборкой упаковки, в месте, защищенном от влаги, паров, резких колебаний температуры (температура окружающей среды от 5 °С до 40 °С без резких перепадов температуры), грызунов и насекомых. При необходимости упаковку восстановить с учётом требований о периодическом обслуживании электродвигателя в процессе хранения (таблица 2.1).

Во избежание повреждения подшипников электродвигатель следует хранить вдали от источников вибрации.

Двигатели вертикального типа должны храниться в вертикальном положении. Дренажные трубы и вентиляционные отверстия должны быть полностью работоспособны и находиться в самой нижней точке двигателя.

#### **ВНИМАНИЕ**

Во время размещения электродвигателя на хранение обязательно обеспечить схему питания антиконденсационных обогревателей (ТЭНов). Обогреватель должен быть подключен к источнику питания, чтобы избежать образования конденсата внутри электродвигателя. В упаковке по месту необходимо выполнить ввод для подвода кабеля питания электронагревателя.

Любые повреждения лакокрасочного покрытия полученные в процессе транспортировки или повреждения защитного антикоррозионного покрытия механически обработанных деталей необходимо устранить по месту силами Заказчика.

### 2.3.2 Хранение вне помещения

#### **ВНИМАНИЕ**

Хранение электродвигателя вне помещения не рекомендовано Поставщиком, риски повреждения оборудования лежат на Заказчике.

Не рекомендуется хранить двигатель вне помещения, соответствующего требованиям п. 2.3.3 «Хранение». Двигатель должен храниться в сухом месте, защищенном от подтопления и вибрации.

Перед размещением двигателя на хранение устраните все повреждения, случайно нанесенные упаковке во время транспортировки, что необходимо для обеспечения надлежащих условий хранения.

Устанавливайте двигатель на платформы или фундаменты, которые обеспечивают защиту от грунтовой влаги и предотвращают его погружение в грунт. Должна быть обеспечена свободная циркуляция воздуха под двигателем.

Если по каким-либо причинам двигатель приходится хранить на открытом воздухе, он должен быть хорошо накрыт брезентом и защищен от загрязнения и внешних воздействующих факторов. Двигатель должен быть установлен на балках, чтобы под ним не скапливалась влага. Чехол, защищающий двигатель от непогоды, не должен соприкасаться с его поверхностями. Чтобы обеспечить свободную циркуляцию воздуха между двигателем и таким чехлом, в качестве распорок установите деревянные бруски.

После того, как упаковка защищена, необходимо построить навес, чтобы защитить ее от прямого воздействия дождя, снега и чрезмерного нагрева солнцем.

Хранение на открытом воздухе возможно только на очень короткий период времени (до одного месяца). При этом риск за ухудшение качества двигателя в этом случае лежит на Заказчике.

### 2.3.3 Длительное хранение

Для обеспечения оптимальных условий хранения электродвигателя место хранения должно соответствовать следующим критериям:

- Место хранения должно быть закрытым и защищенным.
- Это место должно быть защищено от влаги, паров, агрессивных веществ, грызунов и насекомых.
- Коррозионно-активные газы, такие как хлор, диоксид серы или кислоты, должны отсутствовать.
- В месте хранения должны отсутствовать вибрации.
- Место хранения должно быть оснащено системой вентиляции с воздушным фильтром.
- Температура окружающей среды от 5 °С до 40 °С без резких перепадов температуры.
- Относительная влажность < 50%.
- Место хранения должно быть защищено от подтопления, накопления грязи и пыли.
- Должна иметься система обнаружения пожара.
- Место хранения должно иметь источник питания для нагревателей.

Если есть риск заражения и образования грибка, упаковку необходимо защитить в месте хранения путем опрыскивания или окраски соответствующими химическими составами;

При длительном хранении двигателя (два месяца и более) перед пуском он подвергается воздействию внешних факторов, таких как перепады температуры, влажность, агрессивные вещества и т. д.

Полости внутри двигателя, например, в подшипниках, коробке выводов и обмотках, подвержены воздействию влаги, которая может конденсироваться, и, в зависимости от типа и степени загрязнения воздуха, в эти полости могут также проникать агрессивные вещества. Следовательно, после длительного хранения сопротивление изоляции обмотки может упасть ниже допустимых значений, внутренние компоненты, такие как подшипники, могут окислиться, а смазочная способность смазочного материала в подшипниках может ухудшиться.

Все эти факторы увеличивают риск повреждений до запуска двигателя.  
Рекомендации по сушке электродвигателя приведены в Приложении 4.

## **ВНИМАНИЕ**

Чтобы гарантия на двигатель была действительной, необходимо убедиться, что все профилактические меры, описанные в данном руководстве, а также конструктивные аспекты, техническое обслуживание, упаковка, хранение и периодические проверки соблюдаются и документируются.

В течение срока хранения Заказчиком должен вестись журнал хранения, в котором должны фиксироваться выполнения мероприятий в соответствии с таблицей 2.1 с датами и подписями ответственных исполнителей.

### **2.3.4 Защиты и проверки в процессе хранения**

#### **2.3.4.1 Обогреватель**

В процессе хранения внешние обогреватели электродвигателя должны быть подключены к электропитанию не позднее 2 календарных дней с момента размещения на площадке хранения, чтобы избежать конденсации влаги внутри электродвигателя, а также обеспечить поддержание сопротивления изоляции обмоток на нужном уровне.

Пусковая цепь обогревателей должна быть изолирована (необходимо предусмотреть наличие автоматических выключателей), а ток и напряжение этой цепи должны ежемесячно измеряться и записываться.

Рекомендуется установить рядом с электродвигателем сигнальный датчик (лампа), показывающий, подано ли электропитание на нагреватели.

#### **2.3.4.2 Сопротивление изоляции**

В процессе хранения необходимо измерять и записывать сопротивление изоляции электродвигателя каждые два месяца, перед установкой или в случае каких-либо изменений условий хранения (например, продолжительном отключении электричества).

Процедуры измерения и критерии приемлемости результатов должны соответствовать требованиям, указанным в п. 3.4.3, 3.4.4.

В случае снижения сопротивления изоляции обмотки статора и коэффициента абсорбции ( $K_a < 1,3$ ) следует провести сушку двигателя (см. приложение 4).

#### **2.3.4.3 Открытые механически обработанные поверхности**

Все открытые механически обработанные поверхности (например, конец вала и фланцы) защищены на заводе временным защитным средством (ингибитором коррозии).

Это защитное покрытие необходимо повторно наносить каждые шесть месяцев или при удалении и/или повреждении.

#### 2.3.4.4 Уплотнения

Резиновые прокладки, сальники, пробки и кабельные уплотнения электродвигателя должны ежегодно проверяться и заменяться при необходимости (высыхание, растрескивание и т. д.).

#### 2.3.4.5 Подшипники

##### 2.3.4.5.1 Подшипники качения с консистентной смазкой

Подшипники качения смазываются на заводе при проведении испытаний электродвигателя.

#### ВНИМАНИЕ

Для поддержания подшипников в работоспособном состоянии в процессе хранения раз в месяц следует снимать устройство блокировки вала (если оно имеется, зависит от габарита электродвигателя), после чего проворачивать вал электродвигателя на не менее, чем 10 полных оборотов, останавливая вал каждый раз в положении, отличном от предыдущего на примерно 45°. Хранение электродвигателей в зоне присутствия вибрации запрещено.

- Перед вводом двигателя в эксплуатацию подшипники качения необходимо повторно смазать.
- Если двигатель хранится более шести месяцев, подшипники качения необходимо разобрать, промыть, осмотреть и повторно смазать.

##### 2.3.4.5.2 Подшипники качения с масляной смазкой

- В зависимости от монтажного положения двигателя и типа смазки двигатель можно транспортировать с маслом в подшипниках или без него;
- Двигатель должен храниться в исходном рабочем положении и с маслом в подшипниках, если не указано иное;
- Уровень масла должен поддерживаться, оставаясь посередине смотрового стекла.

#### ВНИМАНИЕ

Для поддержания подшипников в работоспособном состоянии в процессе хранения каждый месяц следует снимать устройство блокировки вала, после чего проворачивать вал электродвигателя на не менее, чем 10 полных оборотов, останавливая вал каждый раз в положении, отличном от предыдущего на примерно 45°. Хранение электродвигателей в зоне присутствия вибрации запрещено.

- Перед запуском электродвигателя подшипники должны быть повторно смазаны.

При хранении электродвигателя в течение более шести месяцев подшипники следует разобрать, промыть, проверить их состояние и заново смазать.

### 2.3.4.5.3 Подшипник скольжения

Транспортировка электродвигателя осуществляется со слитыми масляными резервуарами для подшипников.

Электродвигатель должен храниться в рабочем положении с заполненными маслом подшипниками (тип масла указан в габаритном чертеже или на заводской табличке).

Уровень масла должен находиться в районе середины смотрового стекла.

Для поддержания подшипников в работоспособном состоянии в процессе хранения необходимо выполнить следующие защитные процедуры:

1. Закрывать все резьбовые отверстия пробками.
2. Убедиться, что все фланцы (например, отверстия для входа и слива масла) перекрыты. Если обнаружатся открытые фланцы, необходимо закрыть их глухими крышками.
3. Уровень масла должен находиться в районе середины смотрового стекла.

Каждый месяц следует снимать устройство блокировки вала, после чего проворачивать вал электродвигателя на не менее, чем 10 полных оборотов, останавливая вал каждый раз в положении, отличном от предыдущего на примерно 45°. Предварительно через верхнее смотровое окно полить вал небольшим количеством масла (тип масла указан в габаритном чертеже или на заводской табличке). Хранение электродвигателей в зоне присутствия вибрации запрещено.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если подшипники оснащены системой впрыска масла под высоким давлением, то эту систему следует активировать до вращения вала электродвигателя.

Если для подшипников не предусмотрен резервуар с маслом (сухой картер), то перед вращением вала необходимо активировать систему циркуляции масла.

Вращение вала должно всегда осуществляться в направлении вращения электродвигателя.

По истечении 6 месяцев хранения электродвигателя необходимо провести следующие процедуры для защиты от коррозии как внутренних частей подшипников, так и контактных поверхностей:

1. Закрывать все резьбовые отверстия пробками.
2. Герметично закрыть зазоры между валом и уплотнением подшипника вала с помощью водонепроницаемой клейкой ленты.
3. Убедиться, что все фланцы (например, отверстия для входа и слива масла) закрыты. Если обнаружатся открытые фланцы, необходимо закрыть их глухими крышками.
4. Снять верхнее смотровое стекло с подшипника и методом распыления нанести слой антикоррозионного покрытия (например Cortec VpCI-329) на внутренние поверхности подшипника.
5. Установить верхнее смотровое стекло в подшипник.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Описанную выше процедуру необходимо повторять каждые полгода в процессе хранения. Если период хранения превысит один год со срока изготовления электродвигателя, указанного на заводской табличке (шильда), масло в подшипниках подлежит замене.

### 2.3.4.6 Клеммные коробки

При измерении сопротивления изоляции обмоток электродвигателя следует также проверить состояние клеммных коробок, обращая особое внимание на следующие аспекты:

- Внутренние поверхности должны быть сухими, чистыми и не должны содержать скопления пыли.
- Контактные элементы не должны иметь следов коррозии и должны быть затянуты соответствующим моментом.
- Все уплотнения должны быть в надлежащем состоянии.
- Кабельные вводы должны быть загерметизированы.

Типоразмер кабельного ввода в БРНО подбирается в соответствии с типом кабеля (бронированный/небронированный) и его наружным диаметром, и по умолчанию в комплект поставки электродвигателя не входит.

#### **ВНИМАНИЕ**

Если какой-либо из элементов клеммной коробки окажется в ненадлежащем состоянии, проведите необходимое техническое обслуживание, а при необходимости — замену поврежденных деталей.

### 2.3.4.7 Воздушно-водяной теплообменник

Для обеспечения оптимальных условий длительного хранения радиатора необходимо строгое соблюдение следующих инструкций:

- Снимите с радиатора фланцевые соединения, чтобы получить к нему доступ.
- Полностью слейте воду из трубок и головок радиатора.
- В течение 15–20 минут продувайте горячим воздухом одно из сопел радиатора, чтобы избавиться от влаги внутри. Для выполнения этой процедуры трубы радиатора должны быть размещены горизонтально, а фланцы отверстий для подачи и слива воды должны быть размещены так, чтобы вода была удалена.
- После просушки сопла следует закрыть глухими фланцами с новыми уплотняющими прокладками для обеспечения абсолютной герметичности.
- Установите манометр на одном из глухих фланцев и шаровой клапан — на другом.
- Закачайте инертный газ (например, азот) до давления 1,2 бар (абс.).
- Это давление следует проверять каждый месяц в процессе хранения радиатора, который не должен подвергаться воздействию температуры выше 50°C.
- При соблюдении описанной процедуры хранения уплотнения радиатора подлежат замене каждые три года в соответствии с рекомендациями его производителя.

## ВНИМАНИЕ

Радиатор с закаченным под давлением газом следует перемещать с осторожностью. Установите предупреждающую табличку с информацией о том, что оборудование находится под давлением и не должно нагреваться выше 50 °С.

## ПРИМЕЧАНИЕ

При непродолжительном простое вместо слива воды предпочтительнее поддерживать ее циркуляцию через теплообменник на низкой скорости для удаления из радиатора всех опасных продуктов, таких как соединения аммиака и сероводород, чтобы не допустить их накопления внутри радиатора. Данная рекомендация действует только если температура точки росы в машзале ниже температуры воды в теплообменнике. В противном случае циркуляция воды при простое электродвигателя должна быть остановлена.

### 2.3.4.8 Щеточный узел

Для поддержания контактных колец в исправном состоянии при хранении электродвигателя более 2 месяцев контактная поверхность колец должна быть покрыта ингибитором коррозии, а щетки демонтированы.

Поверхность колец, щеткодержателей и изоляторов должна содержаться в чистоте, при обнаружении загрязнений необходимо удалить загрязнения сухой чистой тканью, для удаления масляных загрязнений ткань можно смочить растворителем.

Каждые 6 месяцев необходимо проверять состояние временного антикоррозионного покрытия, при необходимости удалять следы коррозии и наносить покрытие заново.

- Внутренние поверхности должны быть сухими, чистыми и не должны содержать скоплений пыли.
- Контактные элементы не должны иметь следов коррозии.
- Все уплотнения должны быть в надлежащем состоянии.
- Кабельные вводы должны быть правильно герметизированы.

### 2.3.4.9 Очистка и защита электродвигателя в процессе хранения

- На электродвигателе не должно быть масла, воды, пыли и грязи.
- Очистка электродвигателя снаружи должна проводиться сжатым воздухом с пониженным давлением.
- Удалите все устранимые следы ржавчины чистой тканью, смоченной растворителем на основе бензина.
- Убедитесь, что на подшипниках и смазочных отверстиях отсутствуют следы пыли и грязи, а все заглушки подшипников герметично закрыты.

Необходимо аккуратно удалить любые царапины, следы ржавчины и других загрязнений с торца вала.

### 2.3.4.10 Проверки и ведение записей во время хранения

Хранящиеся электродвигатели должны проходить регулярные проверки, результаты которых подлежат регистрации в журнале учета.

Проверке подлежат следующие аспекты:

1. Проверка электродвигателя на физические повреждения и их устранение при необходимости.
2. Проверка наличия загрязнений.
3. Проверка признаков образования водного конденсата внутри электродвигателя.
4. Проверка состояния защитного покрытия обработанных деталей электродвигателя.
5. Проверка состояния окрашенных поверхностей и исправление любых недочетов при необходимости.
6. Проверка следов воздействия агрессивных веществ.
7. Проверка работоспособности обогревателей.
8. Измерение и запись температуры и влажности воздуха вокруг электродвигателя.
9. Измерение и запись температуры, сопротивления изоляции, коэффициента абсорбции обмоток статора и ротора.
10. Соответствие места хранения требованиям, описанным в подразделе 2.3.3

### 2.3.4.11 Диагностическое / профилактическое техническое обслуживание

Рекомендуется в процессе длительного хранения электродвигателей каждые два года вызывать сервисного инженера АО «Техногрупп» для контроля за проведением полного диагностического техобслуживания.

Процедура полного диагностического техобслуживания включает полный разбор электродвигателя для проверки и проведения стандартных испытаний в лаборатории после сборки.

### 2.3.4.12 План технического обслуживания во время хранения

В процессе хранения необходимо выполнять техническое обслуживание электродвигателя с внесением соответствующих записей в журнал учета в соответствии с планом, представленным в Таблице 2.1.

Табл. 2.1. План хранения

Проверка	Ежемесячно	Раз в месяц	Раз в 6 месяцев	Раз в год	Раз в 2 года	Перед монтажом	Примечания
Место хранения							
Проверка наличия загрязнений		x				x	
Проверка влажности и температуры		x					
Проверка на наличие грызунов и насекомых		x					
Упаковка							
Проверка на наличие повреждений			x				

Проверка	Ежемесячно	Раз в месяц	Раз в 6 месяцев	Раз в год	Раз в 2 года	Перед монтажом	Примечания
Проверка на наличие влаги внутри упаковки		x					
Замена поглотителей влаги (при наличии)			x				При необходимости
<b>Обогреватель</b>							
Проверка условий эксплуатации	x						
Измерение напряжения питания и потребляемого тока	x						
<b>Электродвигатель</b>							
Проведение внешней очистки			x			x	
Проверка состояния лакокрасочных покрытий			x				
Проверка состояния ингибитора коррозии на открытых механически обработанных деталях			x				
Замена ингибитора коррозии			x				
Проверка состояния уплотнительных элементов			x				
Полное диагностическое техническое обслуживание					x		
<b>Обмотки ротора/статора электродвигателя</b>							
Измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции		x				x	
<b>Клеммная коробка и контактные клеммы</b>							
Очистка внутренней поверхности клеммных коробок					x	x	
Проверка прокладок и уплотнителей					x	x	
<b>Подшипники качения</b>							
Вращение вала электродвигателя		x					
Повторная смазка подшипников						x	Если продолжительность хранения превышает 6 месяцев
Разборка, промывка и смазка подшипников			x				
<b>Подшипники скольжения</b>							
Вращение вала электродвигателя		x					
Нанесение ингибитора коррозии			x				При необходимости
Очистка подшипников						x	Если продолжительность хранения превышает 6 месяцев
Разборка и осмотр						x	
Замена масла (при его наличии в картере на время хранения)				x		x	

## 2.3.5 Подготовка к монтажу электродвигателя

### 2.3.5.1 Очистка

- На внутренних и внешних частях двигателя не должно быть масла, воды, пыли и грязи.
- Следует удалить ингибитор коррозии с наружных поверхностей с помощью ткани, смоченной растворителем на основе бензина.
- Убедитесь, что подшипники и полости, используемые для смазки, свободны от загрязнений, а заглушки полостей правильно установлены и герметично закрыты.
- Следует тщательно удалить следы окисления и царапины с опор подшипников и вала.

### 2.3.5.2 Проверка подшипников

#### **ВНИМАНИЕ**

Если с момента изготовления двигателя прошло больше шести месяцев, то перед запуском двигателя необходимо разобрать, осмотреть и очистить подшипники скольжения.

Подшипники скольжения без масляного бака (сухой картер) должны в обязательном порядке разбираться, проверяться и очищаться перед запуском двигателя, вне зависимости от периода хранения.

Установите подшипники скольжения на место и нанесите смазку.

Выполнение этой процедуры необходимо выполнять в присутствии специалистов АО «Техногрупп».

### 2.3.5.3 Смазка подшипников

Используйте для смазки подшипников указанный смазочный материал. Информация о подшипнике и смазочным материалам приведена на паспортной табличке подшипника, а смазка должна производиться согласно разделу настоящего руководства с учетом типа подшипника.

### 2.3.5.4 Проверка сопротивления изоляции

Перед вводом двигателя в эксплуатацию необходимо измерить сопротивление изоляции в соответствии с подразделом 3.4.3, 3.4.4 настоящего руководства.

### 2.3.5.5 Щеточный узел

Необходимо удалить ингибитор коррозии с поверхности контактных колец. Щеткодержатели должны быть отрегулированы по высоте  $3 \pm 1$  мм от поверхности контактного кольца.

Установить щетки в щеткодержатели. Произвести притирку щеток для обеспечения плотного контакта щетки и контактного кольца, прилегание щетки должно быть не менее 80%. При наличии регулировки усилия нажатия выбрать давление прижима в зависимости

от применяемого типа щетки. Для щётки марки 6110M давление должно быть от 12 до 22 кПа, для щёток марки ЭГ2АФ – от 15 до 21 кПа, марки ЭГ2А – от 20 до 25 кПа, марки ЭГ4 – от 15 до 20 кПа.

Проверить плотность контакта подключения поводков щеток.

Сопротивление изоляции щеткодержателей относительно корпуса электродвигателя должно быть проверено мегаомметром с выходным напряжением 1000 В. Значение сопротивления изоляции щеткодержателей должно быть не ниже 0,5 МОм.

#### **ВНИМАНИЕ**

При выполнении замены щётки рекомендуется устанавливать одного завода и одной партии, имеющие близкие физико-механические характеристики.

#### **2.3.5.6 Прочее**

Перед установкой электродвигателя выполните остальные процедуры, описанные в столбце «перед монтажом» таблицы 2.1 настоящего руководства.

## 3. УСТАНОВКА, ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ НА МОНТАЖЕ

### ВНИМАНИЕ

Перед началом работ по монтажу электродвигателя Заказчику необходимо заполнить и направить в адрес АО «Техногрупп» подписанный чек-лист, представленный в Приложении 1 данного руководства.

### 3.1 Место установки

Электродвигатель должен быть установлен в легкодоступном месте для проведения периодического осмотра, местного техобслуживания и, если необходимо, снятия деталей для обслуживания в мастерской.

Необходимо обеспечить следующие условия окружающей среды:

- Место установки должно быть чистым и хорошо вентилируемым.
- Перед установкой электродвигателя необходимо произвести дефектоскопию рамы. Монтаж электродвигателя на неисправную раму запрещен.
- Входные и выходные отверстия системы воздушного охлаждения электродвигателя не должны быть ничем закрыты: минимальное расстояние до ближайшей стены или иного оборудования должно составлять не менее  $\frac{1}{4}$  от диаметра/высоты кожуха вентилятора электродвигателя; температура воздуха на входе должна соответствовать температуре окружающей среды.
- По периметру и над электродвигателем должно быть достаточно свободного пространства для выполнения техобслуживания или перемещения.
- Условия окружающей среды должны соответствовать уровню защиты электродвигателя.

### 3.2 Блокировка вала

Электродвигатель может поставляться с завода с блокировкой вала, предназначенной для защиты подшипников во время транспортировки. Перед началом установки устройство блокировки необходимо снять.

### ВНИМАНИЕ

Устройство блокировки следует устанавливать каждый раз, когда выполняется демонтаж электродвигателя, чтобы не допускать повреждения подшипников во время транспортировки.

Торец вала и наружные обработанные поверхности электродвигателя покрываются временным защитным веществом (ингибитором коррозии) на предприятии-изготовителе. Перед установкой электродвигателя необходимо удалить это покрытие с контактной дорожки заземляющих щеток вала (если они имеются).

### 3.3 Направление вращения

Направление вращения электродвигателя указано на табличке, прикрепленной к корпусу со стороны привода, а также в документации на электродвигатель.

#### **ВНИМАНИЕ**

Запрещается менять направление вращения вала двигателей, для которых предусмотрено только одно направление вращения.

Чтобы поменять направление вращения вала, обратитесь за консультацией к специалистам АО «Техногрупп».

### 3.4 Сопротивление изоляции

#### 3.4.1 Правила техники безопасности

Измерение сопротивления изоляции должно проводиться только на выключенном электродвигателе после его полной остановки. Для удаления всех остаточных электростатических зарядов с испытуемой обмотки ее необходимо подключить к корпусу и заземлить.

Перед отключением и разделением клемм для измерения сопротивления обмотки необходимо также заземлить и все конденсаторы (если они имеются).

Невыполнение указанных процедур может привести к травмам.

#### 3.4.2 Общие положения

Если электродвигатель вводится в эксплуатацию сразу, то его необходимо защитить от воздействия влаги, высокой температуры и загрязнений, которые отрицательно сказываются на сопротивлении изоляции.

Перед запуском электродвигателя необходимо измерить сопротивление изоляции обмоток статора, обмоток ротора и щеточной траверсы.

В условиях высокой влажности сопротивление изоляции обмоток статора и ротора следует периодически проверять и во время хранения. Значения сопротивлений изоляции обмоток электродвигателя зависит от температуры обмоток, влажности окружающего воздуха, состояния изоляционных материалов, наличия пыли и других загрязнений.

Журнал регистрации периодических проверок (в соответствии с таблицей 2.1) поможет сделать заключение о пригодности электродвигателя к эксплуатации.

#### 3.4.3 Измерение сопротивления изоляции обмоток статора и коэффициента абсорбции

Сопротивление изоляции измеряется с помощью мегаомметра.

После измерения сопротивления изоляции следует заземлить испытуемую обмотку для снятия остаточного заряда.

Коэффициент абсорбции ( $K_{абс}$ ) определяет степень увлажнения изоляции. Коэффициент абсорбции определяется соотношением сопротивления изоляции после 60 секунд после начала измерений и сопротивления изоляции после 15 секунд после начала измерений.

Испытательное напряжение для обмоток, нормы сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции указаны в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Норма сопротивления изоляции и  $K_{абс}$

Напряжение	Норма сопротивления изоляции, МОм	Норма $K_{абс}$
Ниже 1 кВ	не ниже 1 МОм при температуре 10-30 °С	Не нормируется
Выше 1 кВ	не ниже 10 МОм на киловольт номинального линейного напряжения при температуре 10-30 °С	Не менее 1,3

**Примечание:** сопротивление изоляции измеряется при номинальном напряжении обмотки:

- до 0,5 кВ включительно мегаомметром на напряжение 500 В
- свыше 0,5 кВ до 1 кВ мегаомметром на напряжение 1000 В
- выше 1 кВ мегаомметром на напряжение 2500 В.

Перед проведением измерения сопротивления изоляции обмотки статора необходимо:

- Отсоединить все провода от клемм статора.
- Отсоединить все элементы защиты, не выдерживающие высокого напряжения, такие как разрядник, трансформаторы тока и напряжения (при их наличии).
- Заземлить корпус электродвигателя.
- Измерить температуру обмотки
- Заземлить все датчики температуры
- Проверить уровень влажности

Измерение сопротивления изоляции обмотки статора следует проводить в главной клеммной коробке.

Мегаомметр должен быть подключен между корпусом электродвигателя и обмоткой.

Корпус должен быть заземлен, а три фазы обмотки статора должны оставаться подключенными к нулевой точке.

По возможности каждую фазу следует изолировать и проверять по отдельности. Отдельные измерения позволяют провести сравнение результатов для каждой фазы. Во время испытаний одной фазы остальные две фазы должны быть заземлены на то же заземление на корпусе.

Если значение общего измеренного сопротивления изоляции обмоток меньше рекомендуемого, следует разъединить соединения с нейтральной точкой и измерить сопротивление изоляции каждой фазы по отдельности.

## ВНИМАНИЕ

Для оценки состояния изоляции обмоток лучше всего применять сравнительный анализ значений, полученных в ходе предыдущих испытаний для того же электродвигателя в условиях аналогичной температуры воздуха и влажности вместо единственного значения,

полученного в результате однократного испытания. Значительное или резкое снижение показаний служит основанием для дополнительной проверки.

#### 3.4.4 Измерение сопротивления изоляции обмоток ротора

Данное измерение производится у электродвигателей на напряжение 3 кВ и выше или мощностью более 1 МВт.

Для измерения сопротивления изоляции обмоток ротора в двигателях с фазным ротором необходимо поднять щетки с контактных колец или извлечь их из держателей.

Мегаомметр подключается между валом двигателя и контактными кольцами.

#### ВНИМАНИЕ

Измерительный ток не должен проходить через подшипники.

Сопротивление изоляции обмоток ротора измеряется мегаомметром на напряжение 1000 В (допускается 500 В). Допускаемое значение сопротивления изоляции – не ниже 0,2 МОм.

#### 3.4.5 Дополнительные измерения и мероприятия

После измерений сопротивлений изоляции следует заземлить испытываемую обмотку для снятия остаточного заряда.

Испытательное напряжение для измерения сопротивления изоляции нагревателя должно составлять 500 В постоянного тока. Норма сопротивления изоляции электронагревателя – не менее 0,5 МОм

Сопротивление изоляции щеткодержателей относительно корпуса электродвигателя должно быть проверено мегаомметром с выходным напряжением 1000 В. Значение сопротивления изоляции щеткодержателей должно быть не ниже 0,5 МОм.

Сопротивление изоляции устройств тепловой защиты замерять не рекомендуется.

#### 3.4.6 Измерение индекса поляризации

Индекс поляризации (PI) обмоток статора определяется соотношением сопротивления изоляции, измеренным после десяти минут ( $R_{600}$ ), и сопротивлением изоляции, измеренным после одной минуты с начала испытания ( $R_{60}$ ). Процедура измерения всегда должна проводиться при относительно постоянной температуре.

Значение индекса поляризации позволяет оценить состояние изоляции обмотки статора электродвигателя.

Во избежание несчастных случаев обмотки статора следует заземлить сразу же после измерения сопротивления изоляции.

Соответствие состояния изоляции и индекса поляризации показано в табл. 3.2

Таблица 3.2. Индекс поляризации

Значение PI	Состояние изоляции
Менее 2	Неудовлетворительное
2-3	Удовлетворительное
3-4	Хорошее
Более 4	Отличное

### 3.5 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты

Испытание обмотки статора повышенным напряжением промышленной частоты выполняется после получения удовлетворительных значений сопротивления изоляции обмотки по п. 3.4.3. Нормы испытательных напряжений указаны в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Нормы испытательных напряжений

Вид испытания	Мощность электродвигателя, кВт	Номинальное напряжение электродвигателя ( $U_{ном}$ ), кВ	Испытательное напряжение, кВ
До ввода в эксплуатацию	До 1000	Выше 0,1	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{ном} + 1)$
	От 1000 и более	До 3,3 включительно	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{ном} + 1)$
		От 3,3 до 6,6 включительно	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{ном} + 2,5)$
	От 1000 и более	Выше 6,6	$0,8 \cdot (2 \cdot U_{ном} + 3)$
При проведении ремонтов	От 40	До 0,4	1
		0,5	1,5
		0,66	1,7
		2	4
		3	5
		6	10
		6,6	13
	10	16	
До 40	0,66 и ниже	1	

Испытание обмотки ротора повышенным напряжением промышленной частоты выполняется после получения удовлетворительных значений сопротивления изоляции обмотки по п. 3.4.4. Норма испытательного напряжения  $1,5U_p$ , но не менее 1 кВ, где  $U_p$  – напряжение на кольцах при разомкнутом неподвижном роторе и полном напряжении на статоре.

Продолжительность приложения испытательного напряжения – 1 минута

### 3.6 Измерение сопротивлений обмоток постоянному току

Данное измерение производится у электродвигателей на напряжение 3 кВ и выше. Приведенные к одинаковой температуре измеренные значения сопротивлений различных фаз обмоток статора и ротора не должны отличаться друг от друга больше чем на 2%.

Сопровитления фаз обмоток ротора замеряются парами на контактных кольцах. Сопровитление каждой отдельной фазы определяется по формуле:

$$R_K = \frac{R_{KL} + R_{KM} - R_{LM}}{2}; R_L = \frac{R_{KL} + R_{LM} - R_{KM}}{2}; R_M = \frac{R_{KM} + R_{LM} + R_{KL}}{2}$$

где  $R_{KL}$ ,  $R_{KM}$ ,  $R_{LM}$  – сопровитления, измеренные соответственно между кольцами К и L, К и М, L и М.

### 3.7 Защитные устройства, датчики и опциональные приборы

Электродвигатели, работающие в непрерывном режиме, должны быть защищены от перегрузок с помощью встроенного устройства или независимого защитного устройства. Как правило, это термореле с номинальным или регулируемым током, значение которого равно или ниже значения, полученного путем умножения номинального тока питания электродвигателя при полной нагрузке на:

- 1,25 для электродвигателей с эксплуатационным коэффициентом равным или большим 1,15.
- 1,15 для электродвигателей с эксплуатационным коэффициентом равным 1,0. Электродвигатели также оснащены устройствами защиты от перегрева (на случай перегрузки, заклинивания ротора, низкого напряжения, недостаточной вентиляции электродвигателя).

Показания датчиков и защитных реле необходимо хранить в архиве АСУТП на протяжении не менее года для возможности анализа работы составных частей оборудования и принятия своевременных мер при проведении плановых ремонтов.

#### 3.7.1 Тепловая защита

Устройства защиты от перегрева установлены на обмотке статора, подшипниках и деталях других компонентов, для которых требуется контроль температуры и тепловая защита.

Эти датчики должны быть подключены к системе АСУТП Заказчика.

Конкретный тип температурного датчика и значения предупредительных и аварийных значений сигналов приведены на габаритном чертеже электродвигателя.

#### **ВНИМАНИЕ**

Устройства защиты электродвигателя указаны в габаритном чертеже электродвигателя. Полную ответственность в случае неиспользования данных устройств несет Заказчик, и в случае повреждения электродвигателя условия гарантийного обслуживания на него распространяться не будут.

##### 3.7.1.1 Предельные температуры для обмоток

Температура окружающей среды не должна превышать 40 °С в соответствии со стандартом МЭК 60034-1. Выше этой температуры условия эксплуатации считаются особыми, поэтому необходимо ознакомиться с документацией на конкретный электродвигатель.

Температура самой горячей точки обмотки статора не должна превышать верхнего

предела для класса нагревостойкости изоляции. Значение аварийного сигнала температуры выбирается ниже класса нагревостойкости изоляции исходя из того, что существует разница между температурой самой горячей точки и минимальной температуры обмотки из-за неоднородности нагрева обмотки по длине и по окружности сердечника.

В Табл. 3.4 приведены допустимые численные значения и параметры, определяющие аварийный уровень температуры, если иное не указано в габаритном чертеже электродвигателя или на его заводской табличке.

Таблица 3.4. Пределы температур обмотки статора

Класс изоляции	B	F	H
Температура самой горячей точки, °C	130	155	180
Разность между температурой самой горячей точки и средней температуры обмотки,	7,5	10	10
Аварийный уровень температуры обмотки (по датчику температуры на обмотке), °C	115	135	160
Предупредительный уровень температуры обмотки (по датчику температуры на обмотке), °C	105	125	150

#### ВНИМАНИЕ

При превышении температуры обмотки предельных значений для соответствующего класса нагревостойкости изоляции в процессе эксплуатации электродвигателя срок службы изоляции и, следовательно, самого электродвигателя, будет значительно сокращен, либо это может привести к перегоранию электродвигателя.

#### 3.7.1.2 Предельные температуры для подшипников

Температура аварийного отключения двигателя по превышению температуры подшипников должна быть выставлена в соответствии с таблицей 3.5, если иное не указано в габаритном чертеже электродвигателя или на его заводской табличке.

Таблица 3.5. Пределы температур подшипников

Тип подшипника электродвигателя	Предупредительный уровень, °C	Аварийный уровень, °C
Подшипник качения	85	95
Подшипник скольжения	70	80

#### 3.7.1.3 Зависимость сопротивления терморезистора Pt100 от температуры

В Табл. 3.6 показана зависимость измеряемой температуры (обозначено в формуле, как T) от сопротивления датчиков Pt100 (обозначено в формуле, как R).

$$T = \frac{R-100}{0.385}, \text{ °C}$$

Таблица 3.6. Зависимость сопротивления датчика Pt100 от температуры

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,39	100,77	101,16	101,54	101,93	102,31	102,70	103,08	103,47
10	103,85	104,24	104,62	105,01	105,39	105,78	106,16	106,55	106,93	107,32

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	107,70	108,09	108,47	108,86	109,24	109,63	110,01	110,40	110,78	111,17
30	111,55	111,94	112,32	112,71	113,09	113,48	113,86	114,25	114,63	115,02
40	115,40	115,79	116,17	116,56	116,94	117,33	117,71	118,10	118,48	118,87
50	119,25	119,64	120,02	120,41	120,79	121,18	121,56	121,95	122,33	122,72
60	123,10	123,49	123,87	124,26	124,64	125,03	125,41	125,80	126,18	126,57
70	126,95	127,34	127,72	128,11	128,49	128,88	129,26	129,65	130,03	130,42
80	130,80	131,19	131,57	131,96	132,34	132,73	133,11	133,50	133,88	134,27
90	134,65	135,04	135,42	135,81	136,19	136,58	136,96	137,35	137,73	138,12
100	138,50	138,89	139,27	139,66	140,04	140,43	140,81	141,20	141,58	141,97
110	142,35	142,74	143,12	143,51	143,89	144,28	144,66	145,05	145,43	145,82
120	146,20	146,59	146,97	147,36	147,74	148,13	148,51	148,90	149,28	149,67
130	150,05	150,44	150,82	151,21	151,59	151,98	152,36	152,75	153,13	153,52
140	153,90	154,29	154,67	155,06	155,44	155,83	156,21	156,60	156,98	157,37
150	157,75	158,14	158,52	158,91	159,29	159,68	160,06	160,45	160,83	161,22
160	161,60	161,99	162,37	162,76	163,14	163,53	163,91	164,30	164,68	165,07
170	165,45	165,84	166,22	166,61	166,99	167,38	167,76	168,15	168,53	168,92

### 3.7.2 Обогреватель

Если электродвигатель оснащен обогревателем для предотвращения появления внутреннего конденсата в процессе длительного простоя, то необходимо обеспечить подачу питания на этот обогреватель сразу после отключения электродвигателя, и отключение обогревателя перед запуском электродвигателя.

Значения напряжения питания и мощности обогревателя приведены на габаритном чертеже либо на специальной заводской табличке, прикрепленной к электродвигателю.

### 3.7.3 Датчик утечки воды

Электродвигатели, оснащенные воздушно-водяным теплообменником, снабжены датчиком утечки воды для обнаружения случайного попадания воды из радиатора в двигатель. Данный датчик должен быть подключен к системе АСУТП в соответствии с указанной на габаритном чертеже схемой подключения. Сигнал данного датчика должен использоваться для активации аварийного сигнала.

В случае срабатывания защиты следует проверить состояние теплообменника и устранить утечку воды.

## 3.8 Охлаждение

Система охлаждения электродвигателя может варьироваться в зависимости от области его применения.

Обеспечить нормальные условия эксплуатации электродвигателя без перегрева можно только при условии правильной установки как самого двигателя, так и системы его охлаждения.

## ВНИМАНИЕ

Необходимо периодически проверять состояние защитных устройств системы охлаждения (при наличии). Отверстия для подачи и слива воды (при наличии) не должны перекрываться, так как это может вызвать перегрев и даже привести к перегоранию электродвигателя. Дополнительные сведения приведены в габаритном чертеже электродвигателя.

### 3.8.1 Самовентиляция от установленного на валу вентилятора, охлаждающего внешнюю поверхность двигателя

Вокруг электродвигателя не должны находиться устройства или поверхности, оказывающие влияние на дополнительный нагрев. Расстояние от торца кожуха вентилятора до ближайшего препятствия должно быть более  $d/4$ , где  $d$  – диаметр кожуха вентилятора.

Эксплуатация подобных двигателей без вентилятора и кожуха вентилятора не допускается. Загрязнение рёбер на корпусе может привести к повышенному нагреву электродвигателя. Поэтому в зависимости от условий эксплуатации и условий окружающей среды при обнаружении загрязнений элементов охлаждения (рёбер) корпуса необходимо выполнять их очистку от пыли и грязи для восстановления интенсивности охлаждения электродвигателя.

### 3.8.2 Охлаждение воздушно-водяным теплообменником

В электродвигателях с воздушно-водяным теплообменником внутренний воздух в замкнутом контуре охлаждается радиатором. В качестве охладителя радиатора должна использоваться чистая вода со следующими характеристиками:

- pH: от 6 до 9.
- Содержание хлоридов: не более 25,0 мг/л.
- Содержание сульфатов: не более 3,0 мг/л.
- Содержание магния: не более 0,5 мг/л.
- Взвешенные твердые частицы: не более 30,0 мг/л.
- Содержание аммиака: без примесей аммиака.
- Давление и расход указываются в габаритном чертеже электродвигателя.

## ВНИМАНИЕ

Информация о радиаторе воздушно-водяного теплообменника приведена на паспортной табличке, а также на габаритном чертеже электродвигателя.

Для обеспечения исправной работы системы охлаждения электродвигателя и, соответственно, предотвращения его перегрева, следует придерживаться указанной информации.

Для очистки воды от примесей рекомендуется в системе подачи воды применять фильтр с размером ячейки не более 100 мкм.

Передача нагрузки от трубопроводов на фланцы теплообменника не допускается.

После запуска подачи воды убедиться, что циркуляция не затруднена. Проверьте уплотнители теплообменника и при необходимости проведите их замену. Для выпуска воздуха и системы отвернуть болт в верхней части теплообменника до свободного протекания воды, после чего затянуть болт обратно.

### 3.8.3 Радиаторы на морской воде

В радиаторах на морской воде контактирующий с водой материал (трубы и пластины) должен быть стойким к коррозии. Кроме того, такие радиаторы могут быть оснащены защитными анодами (например, из цинка или магния), как показано на Рис. 3.1, которые подвергаются коррозии в процессе эксплуатации теплообменника, тем самым защищая головку теплообменника.

Для сохранения целостности головок радиатора эти аноды следует периодически менять в зависимости от степени их коррозионного разрушения.

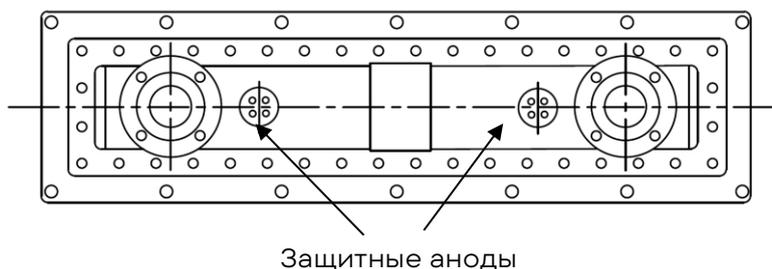


Рис. 3.1 Радиатор с защитными анодами

Тип, количество и расположение защитных анодов могут варьироваться в зависимости от области применения.

#### **ВНИМАНИЕ**

Передача нагрузки от трубопроводов на фланцы теплообменника не допускается.

После запуска подачи воды убедиться, что циркуляция не затруднена. Проверьте уплотнители теплообменника и при необходимости проведите их замену. Для выпуска воздуха и системы отвернуть болт в верхней части теплообменника до свободного протекания воды, после чего затянуть болт обратно.

### 3.8.4 Гидравлические испытания воздушно-водяного теплообменника

Испытание производится при снятом теплообменнике с корпуса электродвигателя с избыточным давлением воды выше номинального на 0,2 МПа в течение 30 минут. Необходимо заполнить водой весь внутренний объем теплообменника за счет откручивания воздушных пробок на верхних точках охладителей. При испытании не должны наблюдаться течи.

Незначительное снижение давления во время испытания допустимо. Это происходит за счет растворения взвеси воздуха в воде и проявляется тем сильнее, чем сильнее загазованность технической воды.

### 3.8.5 Независимая вентиляция

Независимые вентиляторы приводятся в движение трехфазными асинхронными электродвигателями со встроенными клеммными коробками. Номинальные значения (частоты, напряжения и т. д.) этих электродвигателей указаны на паспортных табличках, а направление вращения указано на табличке, закрепленной на корпусе вентилятора или рядом с ним.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте сопротивление изоляции и направление вращения электродвигателя независимого вентилятора перед его эксплуатацией. Подшипники должны быть досмазаны (при наличии данной опции) в соответствии с разделами 6.7.1.2, 6.7.1.3, 6.7.1.4.

Если направление вращения не совпадает с указанным, поменяйте местами две фазы электропитания.

Воздушные фильтры (при наличии), препятствующие попаданию в двигатель грязи, должны регулярно проверяться в соответствии с разделом «План технического обслуживания» настоящего руководства. Фильтры должны быть в состоянии обеспечить исправную работу системы охлаждения, а также продолжительную защиту чувствительных к загрязнениям внутренних деталей двигателя.

#### ВНИМАНИЕ

Запуск основного электродвигателя без предварительного включения в работу системы вентиляции запрещен.

## 3.9 Электрические соединения

### 3.9.1 Основные электрические соединения и направление вращения

#### ВНИМАНИЕ

Перед подключением кабелей питания и кабелей вспомогательного оборудования внимательно изучите схему электрических подключений, указанных на габаритном чертеже электродвигателя. Электрические соединения дополнительного оборудования показаны в соответствующих руководствах для данного оборудования.

Расположение клеммной коробки статора указано на габаритном чертеже электродвигателя.

Убедитесь, что площадь поперечного сечения и класс изоляции кабелей питания соответствуют току и напряжению, на которые рассчитан электродвигатель.

Направление вращения указывается для наблюдателя, смотрящего на торец вала со стороны приводного конца. По умолчанию электродвигатель имеет направление вращения по часовой стрелке. В противном случае направление вращения указывается на табличке, устанавливаемой со стороны приводного конца электродвигателя.

Электродвигатели одностороннего вращения не должны вращаться в обратном направлении.

Чтобы поменять направление вращения вала двигателя одностороннего вращения, обратитесь за консультацией к специалистам АО «Техногрупп».

Перед подключением электродвигателя к нагрузке следует тщательно измерить сопротивление изоляции обмотки и обеспечить наличие действующих протоколов проверки силовых кабелей от испытательной лаборатории.

Для подключения силовых кабелей к электродвигателю необходимо снять крышку клеммной коробки статора, продеть кабели через кабельные вводы или уплотнительные кольца. Силовой кабель должен быть укорочен до нужной длины, а на концы надеты соответствующие кабельные наконечники.

### 3.9.2 Заземление

Перед подключением электродвигателя к сети электропитания его корпус и основную клеммную коробку необходимо заземлить.

Металлические оплетки кабелей (при наличии) должны быть надежно подключены к клеммам заземления.

Протокол проверки заземления (металлосвязи) должен быть оформлен испытательной лабораторией.

Все соединения должны быть надежно зафиксированы.

#### ВНИМАНИЕ

Для закрепления кабельных наконечников не используйте шайбы из стали или другого материала с низкой электрической проводимостью.

### 3.9.3 Схемы подключения вспомогательного оборудования

Чтобы правильно подключить вспомогательное оборудование, ознакомьтесь с чертежом на схеме подключения конкретного электродвигателя.

## 3.10 Механическая сборка

### 3.10.1 Опорная конструкция

Конструкция (основание), на которую устанавливается двигатель, должна иметь требуемый уровень прочности, быть гладкой, защищенной от внешних вибраций и способной выдерживать механические нагрузки, которым она будет подвергаться.

Неправильный выбор размеров опорной конструкции (основания) может привести к возникновению вибраций в основании, электродвигателе и приводимом механизме.

При проектировании основания следует руководствоваться габаритным чертежом, учитывать массу двигателя, осевую нагрузку, крутящие моменты, сейсмические силы и другие возможные внешние нагрузки по условиям эксплуатации.

#### ВНИМАНИЕ

Необходимо проверить возможность резонанса электродвигателя с фундаментом. Чтобы избежать резонансных колебаний, собственная частота основания вместе с двигателем не должна находиться в пределах  $\pm 20\%$  от номинальной частоты вращения.

Расчет и проектирование фундамента и опорного основания не входят в объем поставки АО «Техногрупп».

### 3.10.2 Установка горизонтального электродвигателя с фундаментной плитой (рамой)

При установке электродвигателя с фундаментной плитой (рамой) на бетонное основание необходимо убедиться в том, что раствор и бетон набрали необходимую прочность. Поверхность основания должна быть очищена от пыли и грязи.

Фундаментная плита (рама) электродвигателя должна быть встроена в бетонный фундамент, как показано на рисунке 3.2.

Опорные поверхности (закладные детали) фундамента должны быть выровнены в месте сопряжения с фундаментной плитой как минимум в четырёх местах. Отклонение от плоскостности опорных поверхностей должно быть в пределах 0,1 мм. Встречные клинья (в поставку с электродвигателем не входят) выставляются на жестких прокладках, которые устанавливаются на расстоянии примерно 400–500 мм друг от друга и в обязательном порядке возле отверстий под анкерные болты, чтобы фундаментная плита могла равномерно выдерживать массу всего двигателя. При помощи брускового уровня необходимо выровнять фундаментную плиту в горизонтальной плоскости.

Перед окончательным выставлением электродвигателя рекомендуется между его лапами и рамой проложить регулировочные прокладки (в поставку с электродвигателем не входят) толщиной не более 3 мм для возможности регулирования положения электродвигателя в последующие плановые ремонты. Центровку электродвигателя рекомендуется выполнять совместно с фундаментной плитой с помощью встречных клиньев. После окончания центровки электродвигателя относительно оси приводимого механизма анкерные болты должны быть обтянуты, встречные клинья обварены, а фундаментная плита подлита безусадочным строительным раствором.

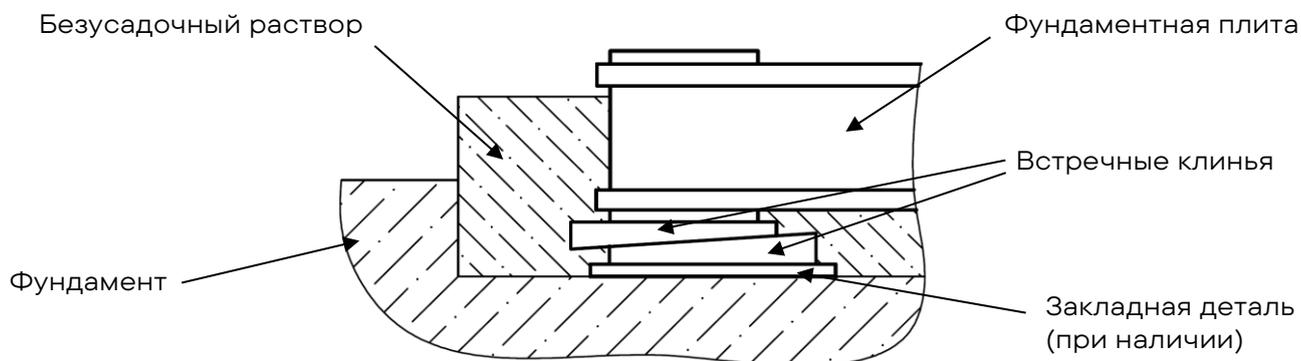


Рисунок 3.2. Установка фундаментной плиты на бетонном основании

### 3.10.3 Установка горизонтального электродвигателя на фундаментной плите (раме)

Во избежание деформации корпуса электродвигатель должен находиться на фундаментной плите в строго горизонтальном положении. Отклонение от плоскостности опорных поверхностей фундаментной плиты должно быть в пределах 0,1 мм. Регулировка положения электродвигателя по вертикали (в случае уже залитой бетоном рамой) выполняется при помощи регулировочных прокладок (в поставку электродвигателя не входят, рекомендуемая суммарная толщина – не более 3 мм). Для регулировки положения электродвигателя по горизонтали на фундаментную плиту рекомендуется заранее приварить регулировочные болты.

### 3.10.4 Установка вертикального электродвигателя

Аналогично процессу монтажа горизонтального электродвигателя при проведении соответствующих работ необходимо убедиться в том, что раствор и бетон набрали необходимую прочность. Поверхность основания должна быть очищена от пыли и грязи.

Фундамент должен быть прочным и надежным, чтобы обеспечить надлежащую опору. Не должно наблюдаться вибрации, скручивания, смещения опоры и т.п. из-за неудовлетворительного фундамента.

Опорные поверхности фундамента должны быть выровнены в месте сопряжения с опорой двигателя (см. рисунок 3.3) как минимум в четырёх местах. Отклонение от плоскостности опорных поверхностей должно быть в пределах 0,1 мм. Поверхность сопряжения опоры с двигателем должна быть выровнена в горизонтальной плоскости с применением брускового уровня. Уклон по горизонтали не должен превышать 0,1 мм/м.

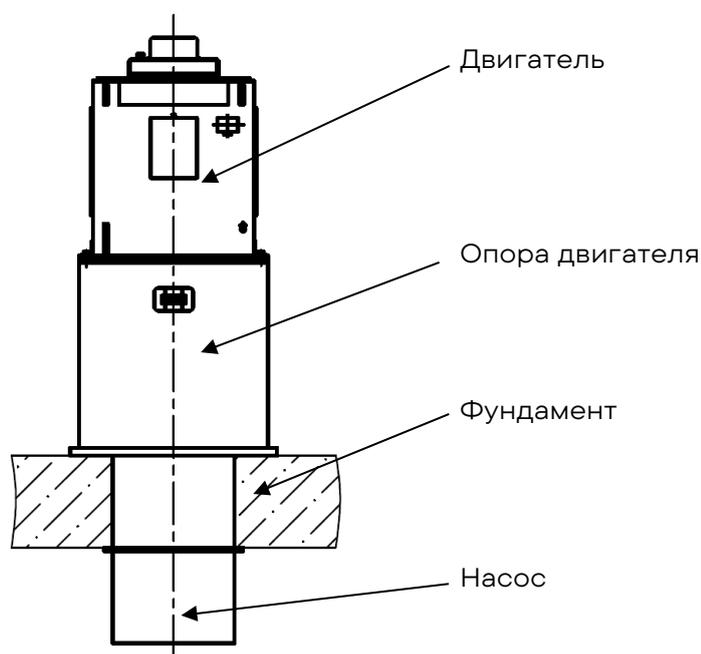


Рисунок 3.3. Установка вертикального электродвигателя

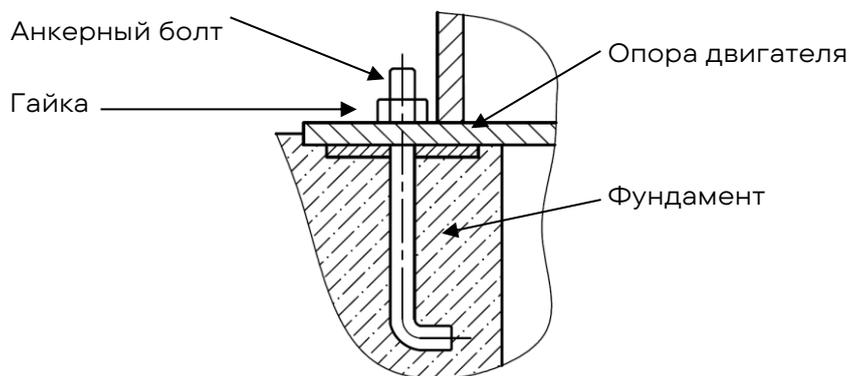


Рисунок 3.4. Установка анкерного болта

### 3.10.5 Установка фланцевого горизонтального электродвигателя

Требования к опорной поверхности для фланцевых горизонтальных электродвигателей

аналогичны описанным в разделе 3.10.4. Длина резьбового соединения монтажного болта должна быть не менее 1,5 диаметра резьбы болта. Для разгрузки фланцевого соединения электродвигателей с габаритным размером от 315 и выше необходима установка дополнительных опор под лапы двигателя.

#### **ВНИМАНИЕ**

Опира́ть электродвигатель на рёбра охлаждения категорически запрещено.

### **3.10.6 Выравнивание электродвигателя на основании**

Электродвигатель должен быть размещен на поверхности, отклонение от горизонтальности (или от вертикальности для фланцевых горизонтальных электродвигателей) не превышает 0,1 мм/м.

Убедитесь, что электродвигатель идеально выровнен, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. В случае необходимости поместите под электродвигатель прокладки. Выравнивание электродвигателя необходимо проверить с помощью специального оборудования, например, брускового уровня.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Не менее 75 % опорной поверхности электродвигателя должны контактировать с основанием.

### **3.10.7 Соосность**

Электродвигатель должен быть выровнен по отношению к приводимому механизму надлежащим образом.

#### **ВНИМАНИЕ**

Нарушение соосности может привести к повреждению подшипников, созданию чрезмерной вибрации и даже разрушению вала.

Максимальная величина отклонения от соосности (см. рисунок 3.5) и осевого зазора (см. рисунок 3.6) для полного оборота с жесткой муфтой не должна превышать 0,03 мм. Для остальных типов муфт выравнивание следует провести в соответствии с рекомендациями производителя муфт.

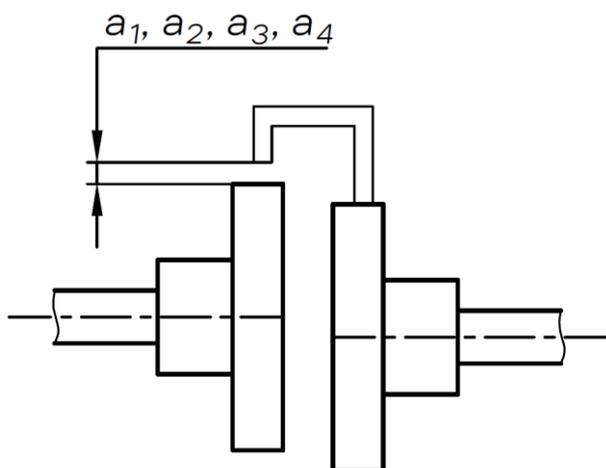


Рисунок 3.5. Замер соосности

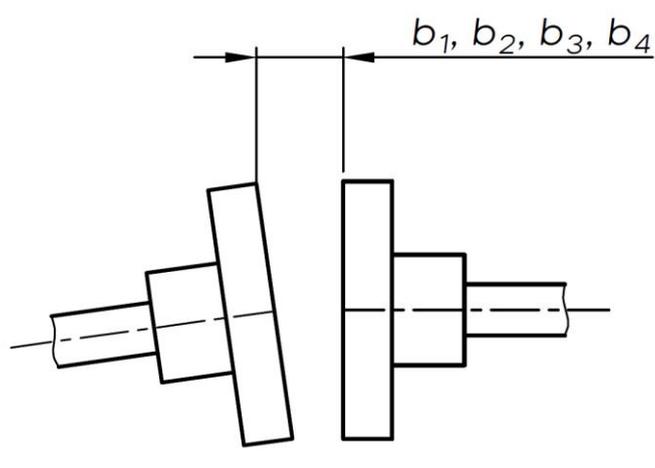


Рисунок 3.6. Замер осевого зазора (углового смещения)

Измерение проводится в четырех точках, отстоящих друг от друга на 90°, причем обе полумуфты должны вращаться совместно, чтобы устранить возможное влияние на точность показаний неровностей опорной поверхности.

Форма определения соосности показана в таблицах 3.7 и 3.8

Таблица 3.7. Измерение радиального зазора

Измеряемая величина	Угол совместного поворота ротора двигателя и ротора приводимого механизма			
	0°	90°	180°	270°
Значение радиального зазора	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
Приведенное значение радиального зазора	$a_1^{np}$	$a_2^{np}$	$a_3^{np}$	$a_4^{np}$

Приведенные значения радиальных зазоров рассчитываются по формуле:

$$a_i^{np} = a_i - a_{\min}$$

Отклонение от соосности рассчитывается, как максимальное приведенное значение радиального зазора, деленное пополам.

Таблица 3.8. Измерение осевого зазора (углового смещения)

Место измерения (i)	Значение осевого зазора b				Среднее значение зазора b	Приведенное значение зазора $b_{np}$
	Угол совместного поворота ротора двигателя и ротора приводимого механизма					
	0°	90°	180°	270°		
1 (сверху)	$b_1^1$	$b_1^2$	$b_1^3$	$b_1^4$	$b_1$	$b_1^{np}$
2 (справа)	$b_2^1$	$b_2^2$	$b_2^3$	$b_2^4$	$b_2$	$b_2^{np}$
3 (снизу)	$b_3^1$	$b_3^2$	$b_3^3$	$b_3^4$	$b_3$	$b_3^{np}$
4 (слева)	$b_4^1$	$b_4^2$	$b_4^3$	$b_4^4$	$b_4$	$b_4^{np}$

Среднее значение осевых зазоров рассчитывается по формуле:

$$b_i = (b_i^1 + b_i^2 + b_i^3 + b_i^4) \div 4$$

Приведенные значения осевых зазоров рассчитываются по формуле:

$$b_i^{np} = b_i - b_{min}$$

Отклонение осевого зазора рассчитывается, как максимальное приведенное значение осевого зазора.

В случае обнаружения отклонения от соосности более 0,03 мм, его следует устранить:

- в вертикальном направлении с помощью регулировочных прокладок;
- в горизонтальном направлении, сместив электродвигатель в нужном направлении.

Угловое смещение устраняется посредством смещения неприводного конца вала электродвигателя

Рекомендуется добиваться значений, которые будут несколько ниже предельных значений, указанных производителем.

В процессе регулировки соосности/выравнивания необходимо учитывать влияние температуры на электродвигатель и приводимый механизм. Температурное расширение деталей может привести к изменению соосности/выравнивания в процессе эксплуатации.

### 3.10.8 Установка штифтов в опоры двигателя

После завершения регулировки соосности электродвигателя с приводным механизмом и обтяжки крепежных болтов рекомендуется заштифтовать опоры двигателя в диагонально противоположных точках для фиксации положения двигателя на время эксплуатации.

### 3.10.9 Муфтовое соединение

Допускается использование только подходящих муфт, которые передают лишь вращающий момент и не создают боковых усилий.

Как для жесткого, так и для гибкого сцепления центры валов двигателя и приводимого механизма должны находиться на одной оси.

Гибкое сцепление компенсирует влияние остаточных неровностей и позволяют избежать передачи вибраций между сцепленными механизмами, чего не происходит при жестком сцеплении.

Установка и снятие муфт должны производиться только с помощью специальных устройств, исключая такие примитивные инструменты, как молоток, киянка и т. д.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

За установку электродвигателя отвечает Заказчик (кроме случая, когда иное прямо указано в договоре на покупку).

АО «Техногрупп» не несет ответственность за возможные повреждения электродвигателя, вспомогательного оборудования и установки, если они возникли по причинам:

- Передачи чрезмерной вибрации.
- Неправильной установки.
- Неправильной регулировки.
- Неподходящих условий хранения.

- Несоблюдения инструкций перед введением в эксплуатацию.
- Неправильных электрических соединений.

### 3.10.9.1 Прямое зацепление

По возможности рекомендуется использовать жесткую соединительную муфту, поскольку она менее дорогая, занимает меньше пространства, не допускает сдвига ремня и обеспечивает большую безопасность. Кроме того, прямое сцепление является предпочтительным выбором при использовании редуктора.

### 3.10.9.2 Зацепление при помощи зубчатых муфт

При несовпадении осей зубчатых муфт создается вибрация в самом передаточном механизме и в электродвигателе. Таким образом, необходимо позаботиться об идеальном совпадении осей валов, чтобы они были строго параллельны в случае использования прямозубой передачи и находились под нужным углом при использовании конической или косозубой передачи.

Сцепление зубьев шестерней можно проверить, вставив полоску бумаги, на которой после полного поворота должны остаться следы от всех зубьев.

### 3.10.9.3 Зацепление электродвигателей, оборудованных подшипниками скольжения.

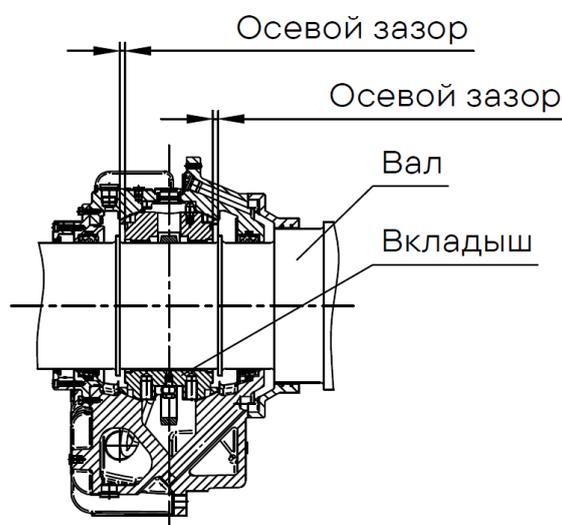


Рис. 3.7. Подшипник скольжения

## ВНИМАНИЕ

Электродвигатели, оборудованные подшипниками скольжения, должны сцепляться с приводимым механизмом посредством жесткой муфты или редуктора.

Подшипники с неприводного конца вала электрически изолированы. Сферические посадочные поверхности вкладыша подшипника покрыты изолирующим материалом. Никогда не снимайте это покрытие.

Металлический установочный штифт на изолированном подшипнике при установке в эксплуатацию должен быть демонтирован или заменен на изолированный (при наличии в комплекте поставки).

Устройства контроля температуры, контактирующие с вкладышем изолированного подшипника, также должны быть должным образом изолированы.

При установке соединительной муфты ротор электродвигателя следует выставить по равному осевому зазору подшипника (см. рисунок 3.7) в его магнитном центре. Величина свободного перемещения ротора в подшипниках скольжения указывается в габаритном чертеже электродвигателя.

Совместно с работами по установке равного осевого зазора выполняется обмер боковых зазоров между вкладышем подшипника и валом ротора. В дальнейшем эти обмеры используются как референсные значения для определения степени износа подшипника: в эксплуатации допускается увеличение боковых зазоров вкладышей не более 40% от первоначальных значений зазоров.

Перед запуском электродвигателя необходимо убедиться, что вал электродвигателя свободно перемещается по оси в пределах вышеупомянутых осевых зазоров.

В процессе эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы ротор находился в своем магнитном центре.

## **ВНИМАНИЕ**

Подшипники скольжения не рассчитаны на постоянное воздействие осевых нагрузок (если иное не указано в габаритном чертеже электродвигателя). В связи с этим не допускается продолжительная эксплуатация электродвигателя, когда подшипники подвергаются воздействию осевых нагрузок.

### **3.10.10 Циркуляционная подача смазки (опция) к подшипникам и заполнение самосмазывающихся подшипников с масляными кольцами**

Необходимые параметры маслосистемы (тип масла, давление и расход) указаны в габаритном чертеже электродвигателя.

При проектировании трубопроводов необходимо учесть следующее:

- Маслостанцию необходимо располагать как можно ближе к электродвигателю.
- Сливной маслопровод должен быть оборудован сапуном для исключения вакуумирования трубы.
- Уклон сливного трубопровода должен составлять не менее 45 мм/м.

Уровень масла в подшипнике необходимо контролировать по смотровому окну (уровнемеру), установленному на стояке подшипника напротив сливного фланца. Нормальный уровень масла находится по середине уровнемера (см. рисунок 3.8).

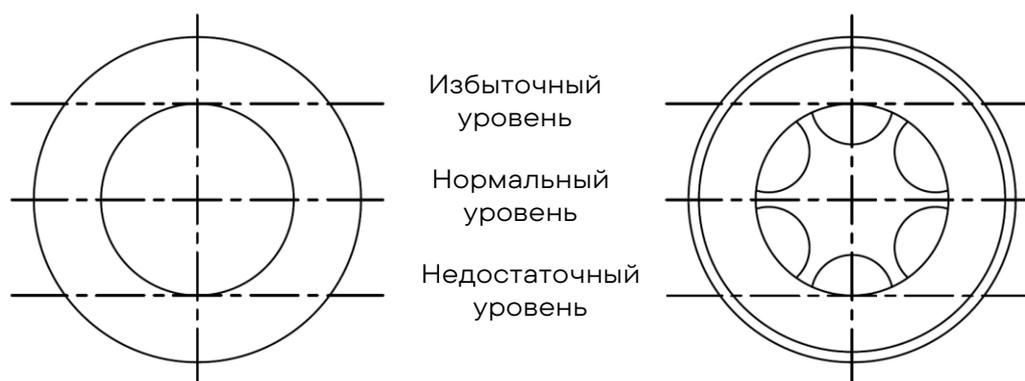


Рисунок 3.8 Типы уровнемеров масла

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для смазки подшипников используйте только высококачественные турбинные масла с присадками, перечисленными ниже:

- Антиокислительные
- Противоизносные
- Пеногасители

Вязкость масла должна соответствовать указанной на габаритном чертеже электродвигателя.

#### ВНИМАНИЕ

Перед подключением системы подачи масла к подшипнику проверьте чистоту масляных трубок, внутренней поверхности стояка подшипника.

Фильтр в масляном контуре необходимо регулярно чистить или заменять. Рекомендуемый размер ячейки фильтра 15...20 мкм.

## 4. ПРОВЕРКИ ПЕРЕД ПЕРВЫМ ЗАПУСКОМ И ПОРЯДОК ЗАПУСКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

### 4.1 Общие требования по готовности электродвигателя к пуску

По окончании монтажа до первого запуска рекомендуется проверить следующие моменты:

- Параметры пускового оборудования соответствуют техническим данным электродвигателя
- На корпусе электродвигателя отсутствуют загрязнения и посторонние предметы.
- Электродвигатель должным образом выровнен.
- Отсутствуют задевания вращающихся частей внутри двигателя.
- Подключение электродвигателя к сети соответствует схеме, указанной на габаритном чертеже электродвигателя.
- Состояние щеточного узла: плотность подключения поводков щеток, прилегание щеток к контактному кольцу, прижим щеток (см. п. 2.3.5.5)
- Контрольные датчики, предусмотренные конструкцией электродвигателя, подключены к системе АСУТП Заказчика (уставки см. в разделе 3.7.1.1, 3.7.1.2, 3.7.3, 5.2.6, 5.2.7).
- Сечение силового кабеля, номиналы пускателей и автоматических выключателей соответствуют пусковым токам электродвигателя.
- Провода и кабели, которые соединяют пусковые реостаты с фазными роторами, должны выбираться по длительно допустимому току для следующих условий:
  - работа с замыканием колец электродвигателя накоротко – 50% номинального тока ротора;
  - работа без замыкания колец электродвигателя накоротко – 100% номинального тока ротора.
- Напряжение и частота питания соответствуют указанным на заводской табличке.
- Кабельные вводы в клеммных коробках подобраны в соответствии с наружными диаметрами подведенных проводов.
- Корпус электродвигателя и клеммные коробки заземлены.
- Обогрев корпуса отключается при включении в сеть электродвигателя.
- Сопротивление изоляции и коэффициент абсорбции обмоток статора электродвигателя соответствуют требованиям, изложенным в разделе 3.4.3.
- Сопротивление изоляции обмоток ротора электродвигателя соответствуют требованиям, изложенным в разделе 3.4.4.
- Сопротивление изоляции щеткодержателей и нагревателей соответствуют требованиям, изложенным в разделе 3.4.5.

- Сопротивление обмоток постоянному току соответствует требованиям, изложенным в разделе 3.6.
- Обмотки электродвигателя выдержали испытание высоким напряжением в соответствии с разделом 3.5.
- Водяной теплообменник (при наличии) испытан в соответствии с разделом 3.8.4.
- Вспомогательные системы электродвигателя (при наличии: циркуляционная смазка, охлаждающая вода, независимая вентиляция) подключены и введены в работу.
- Направление вращения вентиляторов независимого охлаждения (при наличии) соответствует указанному на заводской табличке.
- Тип смазки подшипников соответствует указанному на заводской табличке.
- Подшипники качения повторно смазаны в соответствии с требованиями таблицы 2.1.
- Вращающиеся части электродвигателя закрыты ограждениями (не входят в комплект поставки) для защиты от несчастных случаев.

## 4.2 Порядок запуска электродвигателя с фазным ротором

Асинхронный электродвигатель с фазным ротором запускается с помощью реостатного пускового устройства, подключенного к цепи ротора, что позволяет уменьшить пусковой ток и увеличить пусковой момент электродвигателя.

При включении силового контактора и подаче напряжения на статор электродвигателя в цепь ротора включено максимальное активное сопротивление пускового реостата, что снижает пусковой ток и увеличивает начальный пусковой момент.

По мере набора электродвигателем номинальных оборотов пусковое сопротивление в цепи ротора постепенно снижается, поддерживая максимальный момент на валу электродвигателя.

При достижении электродвигателем номинальных оборотов цепь обмоток ротора замыкается короткозамыкателем и электродвигатель продолжает работать в режиме короткозамкнутого ротора.

Для запуска электродвигателей с фазным ротором чаще всего применяют пусковые реостаты со ступенчатым и бесступенчатым изменением сопротивления.

Для запуска электродвигателей с фазным ротором компания АО «Техногрупп» рекомендует использовать бесступенчатые жидкостные пусковые реостаты.

Остановка электродвигателя происходит путем отключения силового контактора и прекращения подачи напряжения на обмотки статора.

## 5. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

### ВНИМАНИЕ

- Избегайте прикосновения к электрическим цепям.
- Опасность для жизни могут представлять даже цепи низкого напряжения.
- При определенных условиях в любой электромагнитной цепи могут происходить перенапряжения.
- Запрещается внезапно размыкать электрические цепи, так как это может привести к пробое изоляции и травме оператора из-за индуктивных разрядов напряжения.
- Для размыкания указанных цепей следует применять разъединители или автоматические выключатели.

### 5.1 Первый запуск

Новый электродвигатель или электродвигатель после длительного простоя необходимо один раз запустить без нагрузки и убедиться в его исправности перед соединением с приводимой машиной.

После проведения всех предварительных проверок выполните по порядку приведенные указания для первого запуска электродвигателя без нагрузки:

1. Выключите обогреватель.
2. Проверьте уровень масла (для двигателей с подшипниками, смазываемыми жидким маслом).
3. Для подшипников с принудительной смазкой включите систему циркуляции масла и проверьте его уровень, расход и давление: они должны соответствовать информации, приведенной на паспортной табличке.
4. Если система имеет устройство контроля расхода масла, то необходимо подождать получения обратного сигнала от системы циркуляции масла обоих подшипников, чтобы убедиться, что масло достигло подшипников.
5. Запустите систему охлаждения технической водой, проверяя значения расхода и давления (для электродвигателей с воздушно-водяным теплообменником).
6. Включите вентиляторы (для электродвигателей с принудительной вентиляцией).
7. Включите систему подпора масла под высоким давлением (при наличии) и держите включенной в соответствии с информацией из габаритного чертежа электродвигателя до момента, пока подшипники не начнут смазываться самостоятельно.
8. Медленно поверните вал двигателя, чтобы проверить, что он свободно крутится без каких-либо необычных шумов.
9. Проверьте свободное вращение маслосмазывающих колец (при наличии) через смотровое окно сверху подшипника.
10. После выполнения всех вышеуказанных процедур можно приступить к запуску электродвигателя.

11. Запустите двигатель без нагрузки, следя за тем, чтобы он вращался плавно и без необычных шумов. Порядок запуска указан в разделе 4.2.
12. Следите за пусковым током электродвигателя, он не должен превышать 2-кратного номинального значения для электродвигателей с фазным ротором.
13. Проверьте направление вращения электродвигателя без нагрузки. Чтобы изменить направление вращения двигателя (при наличии такой опции) поменяйте местами подключения любых двух фаз источника питания двигателя.
14. Поддерживая номинальную частоту вращения двигателя, фиксируйте значения температуры подшипников каждые 5 минут до момента стабилизации. Любые колебания или непрерывный рост температуры подшипников указывают на неисправность смазочной системы или проблемы с поверхностями трения подшипников.
15. Контролируйте температуру, уровень масла подшипников и уровень вибрации. При значительных отклонениях этих значений прервите работу двигателя, определите причины отклонений и устраните неполадки.
16. После стабилизации температуры подшипников переходите непосредственно к эксплуатации двигателя.
17. Когда температура подшипников стабилизируется, можно приступить к эксплуатации двигателя. Продолжительность проверки должна быть не менее 1 часа.

## ВНИМАНИЕ

Для определения возможности изменения направления вращения нереверсивного электродвигателя необходимо обратиться в компанию АО «Техногрупп».

Ненадлежащее выполнение процедур, описанных в данном подразделе, может ухудшить характеристики производительности электродвигателя либо привести к его повреждению или даже перегоранию, а также к аннулированию гарантии.

## ВНИМАНИЕ

По окончании монтажа, запуска оборудования и после проведения комплексного опробования оборудования под нагрузкой заполняется чек-лист, представленный в приложении 2. Данный чек-лист должен храниться Заказчиком в деле оборудования и предоставляться представителю Поставщика при необходимости гарантийного обслуживания.

## 5.2 Эксплуатация

Режим эксплуатации может изменяться в зависимости от области применения электродвигателя и типа используемого управляющего оборудования.

В настоящем руководстве приводятся общие процедуры эксплуатации.

### 5.2.1 Общие положения

После первого успешного пробного запуска сцепите двигатель с приводимой нагрузкой, после чего можно повторить процедуру запуска:

- Включите двигатель, соединенный с приводимым механизмом, и дождитесь стабилизации температуры. Обращайте внимание на необычные шумы, вибрацию и избыточное выделение тепла. Если в процессе стабилизации температуры произойдет значительное усиление вибрации, то необходимо проверить соосность и выравнивание.
- Измеряйте потребляемый ток и сравните полученные показания со значениями тока на холостом ходу и в паспортной табличке.
- При продолжительной работе без изменения нагрузки измеренное значение силы тока не должно превышать указанного на заводской табличке значения.
- Оператор должен постоянно вести наблюдение за показаниями устройств и приборов измерения и контроля с целью обнаружения любых отклонений, для определения причин и принятия мер для их устранения.

## 5.2.2 Температура

- В процессе эксплуатации электродвигателя необходимо отслеживать температуру подшипников, обмотки статора и системы охлаждения.
- Эти температуры должны стабилизироваться в течение 4–8 часов непрерывной работы.
- Температура обмотки статора (ограничения см. в таблице 3.4) зависит от нагрузки, в связи с чем в процессе работы электродвигателя также необходимо постоянно отслеживать его нагрузку.

## 5.2.3 Подшипники

При запуске электродвигателя, а также в течение первых часов его работы необходимо внимательно отслеживать состояние подшипников.

Перед включением электродвигателя проверьте:

- Включена ли система впрыска масла под высоким давлением (при наличии).
- Соответствует ли используемая смазка указанному типу.
- Характеристики смазки.
- Уровень масла (в двигателях с подшипниками, смазываемыми жидким маслом).
- Установлены ли значения температуры срабатывания аварийного сигнала и аварийного отключения по температуре подшипников (см. таблицу 3.5)
- При первом запуске важно обращать внимание на необычные шумы и вибрацию.
- Если от подшипника исходят необычные шумы, или что-то препятствует его плавному вращению, немедленно выключите электродвигатель.

- В случае перегрева подшипников электродвигатель следует немедленно выключить для проведения проверки подшипников и датчиков температуры, а также устранения возможных причин перегрева.
- Электродвигатель должен проработать несколько часов, прежде чем температура подшипников стабилизируется в установленных пределах.
- После стабилизации температуры подшипников убедитесь в отсутствии утечек через пробки, прокладки или торец вала.

#### **ВНИМАНИЕ**

Система подачи масла должна быть включена до запуска электродвигателя и отключена только после полной остановки электродвигателя, в соответствии с указаниями в технической документации.

#### **5.2.3.1 Система впрыска масла под высоким давлением**

В подшипниках, предусматривающих возможность подъема вала за счет давления масла при запуске или останове, эта система активируется за счет внешнего масляного насоса.

#### **ВНИМАНИЕ**

Система впрыска масла под высоким давлением должна быть включена до запуска и во время процедуры останова двигателя, в соответствии с указаниями в габаритном чертеже электродвигателя или листе технических данных (при наличии).

#### **5.2.3.2 Система циркуляции масла / подачи масляного тумана**

В подшипниках с подключением циркуляционного масла / масляного тумана необходимо следить за параметрами входящего масла в подшипники. Минимальная и максимальная температуры подачи масла, расход и давление на входе в подшипники указываются в графе технических требований габаритного чертежа электродвигателя.

#### **5.2.4 Щеточный узел**

В процессе эксплуатации необходимо контролировать работу щеточного узла. При возникновении искрения немедленно остановите электродвигатель.

- Щетки должны свободно двигаться в гильзах щеткодержателей. Не допускается зависание щеток, это может привести к искрению и выходу из строя щеточного узла.
- Поводки щеток разных фаз должны находиться на достаточном расстоянии друг от друга.
- Остаточная высота щеток должна быть не менее 50% от изначальной высоты щетки.
- Контактные кольца должны иметь ровную, без раковин, шероховатостей, коррозии и следов нагара контактную поверхность.

#### **5.2.5 Радиаторы**

В процессе эксплуатации электродвигателя с воздушно-водяным теплообменником

необходимо:

- Отслеживать температуру на впускном фланце радиатора и при необходимости корректировать расход воды. Температура охлаждающей воды должна находиться в пределах между 5°C и 30°C.
- Корректировать давление воды, чтобы оно не превышало значения, необходимого для преодоления сопротивления трубопровода и компонентов радиатора.
- При наличии термометров горячего и холодного воздуха записывать их показания через определенные временные интервалы (желательно, в автоматическом режиме).
- Учитывать, что скопление воздуха внутри радиатора может привести к снижению его производительности или его повреждению. В данном случае проблема может быть решена путем удаления воздуха из радиатора и труб для воды.
- Выполнять периодическую чистку радиатора от налета.

## 5.2.6 Вибрация

Электродвигатели отбалансированы на заводе-изготовителе в соответствии с требованиями по допустимому уровню вибрации стандарта МЭК 60034-14 (за исключением случаев, когда в договоре на покупку указаны другие значения).

Измерение уровня вибрации проводится переносными приборами на подшипниках со стороны крыльчатки и со стороны привода по вертикали, горизонтали и в направлении оси.

Измерение уровня вибрации при эксплуатационном контроле выполняется в точках, предусмотренных заводом-изготовителем.

В режиме холостого хода вибрация подшипников электродвигателя проверяется с установленной полушпонкой (в процессе балансировки в шпоночный паз вставляется полушпонка той же ширины, толщины и высоты, что и сам паз).

Максимально допустимые уровни вибрации для электродвигателей в эксплуатации приведены в Табл. 5.1. Эти значения носят общий справочный характер, и всегда необходимо принимать во внимание конкретные условия эксплуатации.

Табл. 5.1. Максимально допустимые значения виброскорости

Высота оси вращения вала	Класс опоры	Среднеквадратичное значение виброскорости, мм/с	
		Предупредительный уровень, °С	Аварийный уровень, °С
до 315	Жесткая	2,8	4,5
	Податливая	4,5	7,1
от 315 включительно	Жесткая	4,5	7,1
	Податливая	7,1	11

Основные причины вибрации:

- Отсутствие соосности между валом двигателя и приводимым оборудованием.
- Ненадлежащее крепление электродвигателя к основанию, подвижные прокладки под одной или несколькими лапами двигателя (мягкая лапа), а также плохо затянутые крепежные болты.
- Неподходящее или недостаточно жесткое основание.
- Внешние вибрации, исходящие от другого оборудования.

### ВНИМАНИЕ

Эксплуатация электродвигателя при уровне вибрации, превышающем значения, приведенные в Табл. 5.1., может привести к преждевременному выходу из строя подшипника.

### 5.2.7 Предельные уровни вибрации вала

Для двигателей с подшипниками скольжения, оборудованных датчиками вибрации вала, значения срабатывания предупредительного и аварийного сигнала приведены в Таблице 5.2 (если иное не указано в габаритном чертеже электродвигателя или в договоре на поставку).

Таблица 5.2. Максимально допустимые значения размаха виброперемещения вала

Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Размах виброперемещения вала	
	Предупредительный уровень, мкм	Аварийный уровень, мкм
>1800	55	65
≤1800	80	90

### ВНИМАНИЕ

Эксплуатация электродвигателя при уровне вибрации, близком к значению срабатывания аварийного отключения, может привести к повреждению вкладыша подшипника.

Основные причины увеличения вибрации вала:

- Проблемы с балансом сцепления или другие проблемы, способные привести к механическим вибрациям.
- Неправильная форма вала в месте проведения измерений. В процессе производства неровности вала сводятся к минимуму.
- Остаточная намагниченность или натяжение на поверхности вала в месте проведения измерения.
- Царапины, вмятины или неровности покрытия вала в месте проведения измерений.

## 5.2.8 Отключение

Для отключения электродвигателя выполните следующие указания:

- По возможности уменьшите нагрузку, создаваемую приводимым оборудованием.
- Включите систему впрыска масла под высоким давлением (при наличии).
- Отключите питание электродвигателя.

После полной остановки двигателя:

- Выключите систему впрыска масла под высоким давлением (при наличии).
- Выключите систему циркуляции масла в подшипниках (при наличии).
- Выключите систему подачи технической воды (при наличии).
- Выключите систему принудительной вентиляции (при наличии).
- Включите обогреватели. Обогреватели должны оставаться включенными до следующего запуска электродвигателя.

### **ВНИМАНИЕ**

Даже после отключения двигателя, пока ротор все еще вращается, прикосновение к любым подвижным деталям двигателя представляет опасность для жизни.

Запрещается открывать клеммные коробки электродвигателей, оснащенные конденсаторами, пока они полностью не разрядятся.

Время разрядки конденсаторов — пять минут после отключения электродвигателя.

## 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 6.1 Общие положения

Программа надлежащего технического обслуживания электродвигателей включает следующие рекомендации:

- Поддерживайте двигатель и вспомогательные устройства в чистоте.
- Периодически проводите измерение сопротивления изоляции обмоток.
- Периодически измеряйте температуру обмоток, подшипников и системы охлаждения.
- Отслеживайте наличие износа, работу системы смазки и срок службы подшипников.
- Измеряйте уровень вибраций двигателя.
- Проверяйте износ щеток и контактных колец.
- Производите осмотр системы охлаждения.
- Проверяйте оборудование, используемое совместно с электродвигателем.
- Проверяйте работоспособность всего вспомогательного оборудования, защитных устройств и соединений.

### ВНИМАНИЕ

Невыполнение перечисленных в Подразделе 6.1 рекомендаций может привести к нежелательным простоям оборудования.

Частота проведения таких проверок зависит от местных условий эксплуатации.

При необходимости перевозки электродвигателя необходимо надлежащим образом заблокировать вал, чтобы не допустить повреждения подшипников. Для блокировки вала используйте специальное приспособление из комплекта поставки электродвигателя.

При необходимости ремонта или замены любых вышедших из строя частей электродвигателя, свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

### 6.2 Очистка электродвигателя

- Для надлежащего теплообмена с окружающей средой поддерживайте корпус двигателя в чистоте, не допуская скопления снаружи масла и пыли.
- Внутренние поверхности двигателя также должны поддерживаться в чистоте, чтобы на них не скапливалась пыль, твердые частицы и масло.
- Для очистки используйте щетки или чистую хлопчатобумажную ткань. Если пыль не является абразивной, то для очистки решетки, лопаток вентилятора и корпуса от пыли следует использовать промышленный пылесос.
- Смешанные с маслом или влагой твердые частицы подлежат удалению с помощью смоченной в растворителе мягкой ткани.
- По мере необходимости проводите чистку клеммных коробок. Контакты и

разъемы должны быть чистыми, без следов ржавчины и находиться в идеальном рабочем состоянии. Не допускайте присутствия смазочных материалов или патины на соединительных элементах.

### 6.3 Техническое обслуживание обмоток

Для более надежной работы и продолжительного срока службы электродвигателя его обмотки следует периодически проверять и чистить.

#### 6.3.1 Проверка обмоток

Обмотки подлежат периодическому полному визуальному осмотру с занесением в журнал и исправлению любых обнаруженных повреждений или дефектов.

Измерения сопротивления изоляции обмоток следует проводить регулярно, особенно при повышенной влажности во время плановых остановках двигателя.

При низких значениях сопротивления изоляции обмоток или их внезапных изменениях необходимо установить причину происходящего.

Сопротивление изоляции обмоток может быть увеличено до приемлемого значения в местах, где она низкая (из-за чрезмерно скопления пыли и влаги) путем удаления пыли и вытирания обмоток насухо. Методы сушки обмоток приведены в приложении 4.

#### 6.3.2 Чистка обмоток

Для улучшения характеристик и увеличения срока службы изолированных обмоток рекомендуется предохранять обмотки от попадания грязи, масла, металлической пыли, загрязняющих и других посторонних веществ.

Таким образом, необходимо регулярно проверять и чистить обмотки в соответствии с рекомендациями «Плана технического обслуживания» настоящего руководства. При необходимости восстановления обмоток обращайтесь в компанию АО «Техногрупп».

Очистка обмоток должна производиться с использованием промышленного пылесоса с тонкой неметаллической насадкой или обычной сухой ткани. Для удаления сильных загрязнений может понадобиться применение спирта. Применение растворителей для очистки обмоток не рекомендуется во избежание их вредного воздействия на изоляцию.

### ВНИМАНИЕ

Большинство применяемых в настоящее время растворителей являются высокотоксичными и (или) горючими жидкостями. Запрещается использовать растворители для очистки частей катушек высоковольтных электродвигателей, покрытых полупроводящими покрытиями (в особенности на выходе катушек из паза), так как это может привести к нарушению защиты от коронного разряда. Для очистки от сильных загрязнений обмотки допускается использовать сухую чистую ткань, не оставляющую ворс и пропитанную спиртом.

#### 6.3.3 Проверки

После очистки обмотки выполните следующие проверки:

- Проверьте изоляцию и соединения обмотки.
- Проверьте надежность крепления прокладок, зажимов, распорных клиньев, хомутов и опор.
- Убедитесь в отсутствии разрывов, дефектов сварки, коротких замыканий между витками и замыканий на корпус в катушках и соединениях. При обнаружении любых дефектов необходимо их устранить.
- Убедитесь, что все кабели правильно подсоединены, а клеммные соединения хорошо закреплены. При необходимости произведите протяжку соединений.

### 6.3.4 Повторная изолировка

Если в ходе очистки или осмотра будет поврежден слой покровной изоляции обмоток, то такие повреждения требуют ремонта с использованием соответствующего материала (в таких случаях для консультации просим обращаться в компанию АО «Техногрупп»).

### 6.3.5 Сопротивление изоляции

По завершении всех процедур технического обслуживания необходимо провести измерение сопротивления изоляции и убедиться, что измеренные значения удовлетворяют требованиям п. 3.4.3, 3.4.4.

По окончании очистки или ремонта обмотки изоляция обмотки статора должна быть испытана воздействием повышенного напряжения промышленной частоты в соответствии с разделом 3.5.

## 6.4 Техническое обслуживание системы охлаждения

### 6.4.1 Электродвигатель с воздухо-воздушным теплообменником (Например, IC611)

В электродвигателях с воздухо-воздушными теплообменниками (IC611), для обеспечения идеального теплообмена, охлаждающие трубки и устройства глушения шума (при наличии) должны поддерживаться в чистоте, а потокам воздуха ничто не должно препятствовать. Для удаления скопившейся в трубах грязи допускается использование круглой щетки на шесте.

#### **ВНИМАНИЕ**

Если электродвигатель находится в длительном простое, то рекомендуется закрыть отверстия внешнего воздушного контура.

### 6.4.2 Электродвигатель с воздухо-водяным теплообменником (Например, IC81W)

Для воздушно-водяных теплообменников необходимо регулярно чистить трубы радиатора по мере необходимости для удаления образовавшегося налета.

Степень загрязнения радиатора можно определить по увеличению температуры на отверстиях для выхода воздуха. Если температура холодного воздуха при определенных условиях работы превышает заданное значение, установленное техническими требованиями, можно предположить, что трубы засорены.

При обнаружении видимой коррозии необходимо обеспечить надлежащую антикоррозионную защиту (например, использовать цинковые аноды, покрытие из пластика, эпоксидной смолы или другого материала со схожими свойствами) для предотвращения дальнейшего повреждения пострадавших частей.

Внешние поверхности радиатора необходимо постоянно поддерживать в хорошем состоянии.

По окончании ремонта перед монтажом теплообменника должны быть проведены испытания в соответствии с разделом 3.8.4.

#### 6.4.2.1 Инструкции по извлечению и техническому обслуживанию теплообменника.

Для извлечения теплообменника с целью технического обслуживания выполните следующие инструкции:

- После выключения вентиляции, перекройте все клапаны подачи и слива воды.
- Извлеките из сливного отверстия пробки и слейте всю воду.
- Освободите фланцы радиатора, поместив болты, гайки, шайбы и уплотнители (прокладки) в надежное место.
- Удалите налет с внутренней поверхности труб, тщательно почистив их щеткой с синтетическим ворсом. Если в процессе чистки были обнаружены повреждения труб радиатора, то они подлежат ремонту.
- При сборке замените прокладки.

#### 6.4.2.2 Защитные аноды

Защитные аноды используются в теплообменниках, работающих на морской воде. Необходимо проводить их регулярную проверку в соответствии с планом технического обслуживания. При обнаружении на защитном аноде значительных следов ржавчины необходимо увеличить частоту проведения проверок с целью определения периода образования ржавчины и разработке плана борьбы с ней.

#### 6.4.3 Электродвигатели открытого типа (IC01)

В электродвигателях открытого типа (IC01) воздушные фильтры (при наличии) следует чистить с помощью сухого сжатого воздуха. Если пыль является трудноудаляемой, промойте фильтры в холодной воде с добавлением неагрессивного моющего вещества, а затем просушите в горизонтальном положении. При необходимости проведите замену фильтров.

### 6.5 Обслуживание щеточного отсека

#### 6.5.1 Очистка щеточного узла

Перед каждым сервисными и/или ремонтными работами оборудование должно быть отключено от электрической сети.

- Отсек щеток следует содержать в чистоте, не допуская накопления пыли от

износа электрических щеток.

- Отсек щеток необходимо чистить пылесосом или чистой сухой ветошью без ворсинок минимум один раз в 3 месяца, удаляя щеточную пыль с двигателя. Также должна быть очищена область соединения кабелей ротора с соединительными штифтами на контактном кольце.
- Запрещается использовать растворители для очистки контактных колец, так как их пары могут нарушить работу щеток и контактных колец.
- Промежутки между контактными кольцами очищаются с помощью пылесоса, снабженного шлангом с пластиковой щелевой насадкой.

## ВНИМАНИЕ

Воздушный фильтр в отсеке щеток (если имеется) должен ежемесячно проверяться, очищаться и при необходимости заменяться. Нет необходимости останавливать двигатель, чтобы снять фильтр, если не замечено повышение температуры в отсеке щеток.

### 6.5.2 Щеткодержатель и щетки

Щеткодержатели должны располагаться в радиальном направлении от контактных колец на расстоянии  $3 \pm 1$  мм от поверхности кольца для предотвращения поломки и повреждения щеток.

Щетки должны проверяться не реже раза в 3 месяца во время эксплуатации, чтобы обеспечить их свободное скольжение в держателе и отсутствие повреждений щеточных держателей и нажимных элементов. Изношенные щетки необходимо заменить. Для замены следует использовать только полностью аналогичные щетки. Запрещается использовать другие типы щеток. Требования по установке и эксплуатации щеточного узла указаны в п. 2.3.5.5 и 5.2.4

Качество контактной поверхности должно быть  $Ra=0,8...1,6$ . На контактной поверхности кольца под воздействием угольных щеток образуется слой патины. Это может привести к легкому изменению цвета поверхности кольца (от темно-коричневого до зеленого), что является нормой и показателем оптимальной работы щеток

## ПРИМЕЧАНИЕ

Прижимные пружины щеткодержателей должны заменяться каждые 5 лет независимо от их состояния.

### 6.6 Устройство заземления вала

Заземляющая щетка вала (при наличии) оберегает подшипники от прохождения через них электрического тока, который губительно сказывается на их работе. Щетка контактирует с валом и подключена кабелем к корпусу двигателя, который должен быть заземлен. Позаботьтесь о надлежащем креплении держателя щетки и ее правильном подключении к корпусу.

Для защиты вала от ржавчины в процессе транспортировки используется быстросохнущее масло. Перед запуском электродвигателя следует удалить это масло, а также любой налет между валом и щеткой. В процессе эксплуатации двигателя необходимо постоянно

следить за состоянием щетки и заменять ее аналогичной по истечении срока ее службы.

## 6.7 Техническое обслуживание подшипников

### 6.7.1 Подшипники качения с консистентной смазкой

Данные о подшипнике, количестве и типе применяемой смазки, а также интервалы смазки указаны на прикрепленной к двигателю паспортной табличке. Смазку подшипников следует проводить в соответствии с интервалом, указанным на паспортной табличке подшипника. Из двух интервалов выбирается наименьший. Если информация на табличке отсутствует или её невозможно разглядеть, необходимо следовать данным, указанным в таблице 6.1.

Табл. 6.1. Таблица периодичности пополнения смазки через ниппель

Высота оси вращения	Периодичность пополнения смазки в часах эксплуатации при номинальной частоте вращения, об/мин			
	3000	1500	1000	750 и менее
160	2300	3900	4100	4300
180	2100	3600	3800	4100
200	2000	3200	3700	4000
225	1700	3100	3600	3900
250	1500	3000	3500	3800
280	1400	2900	3400	3700
315	1250	2800	3300	3600
355	1200	2700	3200	3500
400	1200	2600	3100	3400
450	1150	2500	3000	3300
500	1150	2400	2900	3200
560	1150	2300	2800	3100
630	1100	2100	2700	3000
710	1100	2000	2600	2900

Примечание к таблице 6.1:

- 1) Для двигателей, оснащенных роликовыми подшипниками, указанная периодичность пополнения смазки уменьшается в 2 раза.
- 2) Для двигателей вертикальной установки указанная периодичность пополнения смазки подшипников уменьшается в 2 раза.
- 3) Интервал смазки указан для рабочей температуры подшипников 70 °С.
- 4) В зависимости от фактического диапазона рабочей температуры, значения которых приведены в Табл. 6.2, к указанной периодичности замены смазки следует применить соответствующий поправочный коэффициент.
- 5) Независимо от температуры окружающей среды в зоне подшипника со стороны привода может быть увеличена температура в связи с ухудшением отвода тепла из-за установки в зоне приводного вала оградительных конструкций. Учитывать этот фактор необходимо измерять температуру воздуха в зоне подшипника или температуру подшипника. В оградительных сооружениях сделать вентиляционные окна.

Табл. 6.2. Поправочные коэффициенты для интервала смазки

Рабочая температура подшипников	Поправочный коэффициент
Ниже 60 °С	1,59
От 60 до 70 °С	1
От 70 до 80 °С	0,63
От 80 до 90 °С	0,4
От 90 до 95 °С	0,25

### 6.7.1.1 Указания по смазке

Система смазки устроена таким образом, что во время повторной смазки подшипников использованный слой смазки удаляется с их дорожек и поступает в сливное отверстие, которое обеспечивает его удаление, но при этом препятствует проникновению в подшипники пыли и других вредных веществ.

Сливное отверстие также защищает подшипники от повреждений, связанных с подачей в них чрезмерного количества смазки.

Смазку рекомендуется проводить при работающем двигателе, так как это гарантирует восстановление ее слоя во всех элементах подшипников.

### 6.7.1.2 Инструкции для повторной смазки подшипников качения

1. Снимите крышку сливного отверстия.
2. Протрите хлопчатобумажной тканью отверстие штуцера для смазки.
3. При работающем двигателе введите смазку с помощью ручного смазочного пистолета в количестве в соответствии с данными на паспортной табличке подшипника, а при её отсутствии в соответствии с Табл. 6.4.
4. Не выключайте двигатель, пока все излишки смазки не будут выведены через сливное отверстие. После повторной смазки двигателю необходимо работать в течение 1-2 часов, чтобы вывести излишки смазки.
5. Чтобы удалить излишки смазки, извлеките шест с выдвижным элементом и почистите его.
6. Проверьте температуру подшипника — она не должна значительно меняться. Временное повышение температуры в процессе повторной смазки – это норма.
7. Поставьте крышку сливного отверстия на место.

При невозможности выполнить данную операцию из-за наличия вблизи штуцера для смазки вращающихся частей (шкивов и т. п.), представляющих опасность для оператора, выполните следующие указания:

- Остановив двигатель, введите примерно половину от всего подготовленного объема смазки и запустите его примерно на одну минуту на полной скорости.
- Остановите двигатель и введите оставшуюся часть смазки.

## ВНИМАНИЕ

При введении всего объема смазки при остановленном двигателе она может проникнуть в двигатель через внутренний уплотнитель кольца подшипника; перед проведением смазки необходимо очистить штуцер для смазки, чтобы не допустить попадания в подшипник чужеродного материала. Для смазки допускается использовать только ручной смазочный пистолет.

### 6.7.1.3 Тип и количество смазки

Повторная смазка подшипников должна проводиться с применением исходной смазки, тип которой указан на паспортной табличке подшипника, а при ее отсутствии допускается подобрать замену по параметрам, указанным в Таблице 6.3 данного руководства.

## ВНИМАНИЕ

При подборе альтернативной смазки обязательно требуется совпадение по типу загустителя и классу густоты исходной и заменяемой смазок. Температурный диапазон возможно подбирать исходя из условий реальной эксплуатации.

Некоторые загустители и базовые масла не смешиваются между собой, поскольку не способны образовывать гомогенную смесь. В этом случае нельзя исключать возможность затвердевания или разжижения смазки, либо снижения температуры каплеобразования результирующей смеси.

Категорически запрещается смешивать смазки различного типа. Например, запрещается смешивать смазки на литиевой основе с другими смазками на основе натрия или кальция.

Важно соблюдать все требования по смазке, то есть, применять смазку надлежащего типа и в соответствующем количестве, так как недостаток или избыток смазки могут привести к повреждению подшипников качения.

Избыток смазки приводит к увеличению температуры из-за дополнительного трения вращающихся деталей подшипника. Как следствие, в результате нагревания смазка может полностью утратить свои свойства.

### 6.7.1.4 Виды смазки

Если нет возможности использовать исходную смазку, то можно применить альтернативные виды смазки на той же основе и той же густоты, что и оригинальная смазка. Основные, применяемые типы смазок приведены в Табл. 6.3.

Табл. 6.3. Наименования и характеристики смазок для регулярного применения

Смазка	Класс густоты (NLGI)	Загуститель	Основа	Температурный диапазон
Kunlun 7014-2	2	Литиевый комплекс	Минеральное масло	-20°C ... +120°C
Kunlun № L-XESEA 2	2	Литиевое мыло	Минеральное масло	-60°C ... +120°C
Great Wall ZL-2	2	Литиевое мыло	Минеральное масло	-20°C ... +120°C

Смазка	Класс густоты (NLGI)	Загуститель	Основа	Температурный диапазон
Great Wall HP-R	3	Литиевый комплекс	Минеральное масло	-60°C ... +180°C
Mobil SHC 100	2	Литиевый комплекс	Синтетическое масло	-40°C ... +150°C
Aviation grease 7008 (авиационная смазка 7008)	2	Литиевый комплекс	Синтетическое масло	-60°C ... +120°C
Mobil Unirex N2	2	Литиевый комплекс	Синтетическое масло	-20°C ... +140°C
Mobil SHC Polyrex 102 EM	2	Полимоочевина	Нет данных	-20°C ... +160°C
Mobil SHC Polyrex 103 EM	3	Полимоочевина	Нет данных	-20°C ... +160°C
Shell Gadus S2 V100 3	3	Литиевое мыло	Минеральное масло	-20°C ... +130°C
Dupont Molykote BR2 Plus	2	Литиевое мыло	Минеральное масло	-30°C ... +130°C

В Табл. 6.4 приведены наиболее распространенные подшипники качения, используемые в горизонтально установленных двигателях и необходимое количество смазки.

Табл. 6.4. Количество смазки в основных подшипниках

Подшипник	Смазка	Подшипник	Смазка
6217	21	NU215	17
6218	24	NU217	21
6219	28	NU218	24
6220	31	NU219	28
6221	35	NU220	31
6222	38	NU221	35
6224	43	NU 222	38
6226	46	NU 224	43
6228	53	NU 226	46
6230	61	NU 228	53
6232	70	NU 230	61
6234	81	NU 232	70
6236	85	NU 234	81
6240	105	NU 236	85
6248	160	NU 238	95
6252	190	NU 240	105
6314	30	NU 248	160
6315	30	NU 252	195
6316	35	NU 322	60
6317	40	NU 324	75
6319	45	NU 326	85
6320	50	NU 328	95
6322	60	NU 330	105

Подшипник	Смазка	Подшипник	Смазка
6217	21	NU215	17
6218	24	NU217	21
6219	28	NU218	24
6324	75	NU 336	145
6326	85	23032	75
6328	95	23036	105
6330	105	23040	130

### 6.7.1.5 Процедура полной замены смазки

Для полной замены установленной в подшипнике смазки на смазку другого типа подшипник необходимо вскрыть, удалить использованную смазку и ввести новую.

#### ВНИМАНИЕ

При открытом корпусе подшипника введите новую смазку через смазочный штуцер, чтобы вытолкнуть старую смазку, находящуюся в смазочной трубке, и нанесите новую смазку на подшипник, а также на внутреннюю и внешнюю крышку подшипника, заполнив примерно 3/4 свободного пространства. При использовании двойного подшипника (шариковый подшипник + роликовый подшипник), также заполните 3/4 свободного пространства между промежуточными кольцами. Для очистки подшипника запрещается использовать хлопчатобумажную ткань, поскольку этот материал может оставлять пух, способный помешать нормальной работе подшипника.

АО «Техногрупп» не несет ответственность за проведенную замену смазки или любые возникшие вследствие неё повреждения.

### 6.7.2 Смазываемые маслом подшипники качения

#### 6.7.2.1 Тип масла

Тип и количество применяемого смазочного масла указаны на закрепленной на двигателе паспортной табличке, а также в рабочей документации.

#### 6.7.2.2 Замена масла

Замена масла в подшипнике должна проводиться через определенный интервал времени, зависящий от рабочей температуры подшипника, как показано в Табл. 6.5.

Табл. 6.5. Интервалы замены масла

Рабочая температура подшипников	Непрерывная работа S1	Прерывистая работа
Ниже 75 °C	20 000 часов	5000 часов
От 75 до 80 °C	16 000 часов	
От 80 до 85 °C	12 000 часов	
От 85 до 90 °C	8 000 часов	
От 90 до 95 °C	6 000 часов	

Срок службы подшипников зависит от условий эксплуатации, от условий эксплуатации

электродвигателя и выполнения процедур технического обслуживания.

Выполните следующие указания:

- Выбранный сорт масла для установки должен обладать соответствующей вязкостью при рабочей температуре подшипников.
- Недостаточное количество масла может привести к повреждению подшипников.
- Минимально допустимый уровень достигается, когда масло находится на уровне нижней части смотрового стекла (при остановленном двигателе).

### **ВНИМАНИЕ**

Количество масла следует контролировать ежедневно, поддерживая уровень приблизительно на середине смотрового стекла.

### **6.7.2.3 Эксплуатация подшипников**

При запуске системы, а также в течение первых часов ее работы необходимо внимательно отслеживать состояние подшипников.

Перед запуском проверьте:

- Соответствует ли используемое масло типу, указанному на паспортной табличке.
- Характеристики смазки.
- Уровень масла.
- Установлены ли для подшипника значения температуры срабатывания аварийного сигнала и аварийного отключения.

При первом включении необходимо обращать внимание на необычные шумы и вибрацию. Если от подшипника исходят необычные шумы, либо что-то препятствует его плавному вращению, немедленно выключите электродвигатель.

Двигатель должен проработать несколько часов, прежде чем температура подшипника стабилизируется. В случае перегрева подшипников двигатель следует остановить для проверки подшипников и датчиков температуры.

Убедитесь в отсутствии утечки масла через крышки, уплотнители или торец вала.

### **6.7.3 Замена подшипников качения**

Разборку подшипников качения следует проводить с помощью специального инструмента (съемника подшипника, см. рисунок 6.1).

Рычаги съемника подшипников необходимо разместить на боковой поверхности внутреннего кольца подшипника, который нужно снять, либо на прилегающую к нему деталь.

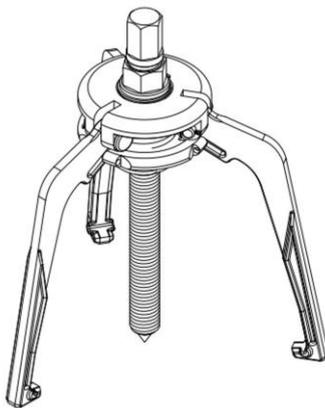


Рис. 6.1. Съемник подшипника качения

## 6.7.4 Подшипники скольжения

### 6.7.4.1 Технические данные подшипников

Технические данные подшипников, например, расход, количество и тип масла указаны на паспортной табличке и должны строго соблюдаться во избежание перегрева и повреждения подшипников.

Монтаж гидравлики (для принудительной смазки подшипников) и подача масла для подшипников электродвигателя обеспечиваются Заказчиком.

### 6.7.4.2 Охлаждение за счет циркуляции воды

При использовании подшипников скольжения с охлаждением за счет циркуляции воды в масляном баке устанавливается змеевик, по которому циркулирует вода.

Для обеспечения эффективного охлаждения подшипника температура циркулирующей воды на впускном отверстии подшипника должна быть не выше температуры окружающей среды, чтобы происходило охлаждение.

Давление воды должно составлять 0,1 бар, а расход — 0,7 л/с. pH воды должен быть нейтральным.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Ни при каких условиях вода не должна попадать в масляный резервуар, поскольку это приведет к загрязнению смазочного вещества.

### 6.7.4.3 Замена масла

#### Самосмазывающиеся подшипники

Замена масла в подшипнике должна проводиться через определенный интервал времени, зависящий от рабочей температуры подшипника, как показано в Табл. 6.6.

Табл. 6.6. Интервалы замены масла

Рабочая температура подшипников	Самосмазывающийся подшипник		Подшипник с системой циркуляции масла	
	Непрерывная работа S1	Прерывистая работа	Непрерывная работа S1	Прерывистая работа
Ниже 75 °С	8000 часов	5000 часов	20 000 часов	5000 часов
От 75 до 80 °С	7000 часов		16 000 часов	
От 80 до 85 °С	7000 часов		12 000 часов	
От 85 до 90 °С	6000 часов		8 000 часов	
От 90 до 95 °С	6000 часов		6 000 часов	

### Подшипники с внешней циркуляцией масла

Следует обеспечить регулярные проверки значений вязкости и pH масла.

Уровень масла следует проверять ежедневно, поддерживая его приблизительно на середине смотрового стекла.

Для смазки подшипников следует использовать только тип масла, указанный в инструкции, с соблюдением значения расхода, указанного на паспортной табличке.

Количество масла должно поддерживаться приблизительно на уровне середины смотрового стекла. Превышение требуемого количества масла не приведет к повреждению подшипников, но может вызвать его утечку через уплотнения вала.

### ВНИМАНИЕ

Безопасная эксплуатация электродвигателя и срок службы подшипников зависят от их надлежащей смазки. В связи с этим необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- Выбранный тип масла должен обладать требуемой вязкостью при рабочей температуре подшипников; проверку следует производить при замене масла (интервал замены указан в таблице 6.6) либо при периодическом техническом обслуживании.
- Запрещается использовать или смешивать гидравлическое масло со смазочным маслом для подшипников.
- Падение уровня масла из-за недолива или необнаруженной вовремя утечки может привести к поломке вкладышей подшипников.
- В течение первого года эксплуатации рекомендуется брать пробы смазочного масла примерно через 1000, 2000, 4000 часов работы.

#### 6.7.4.4 Уплотнение подшипника

Проведите визуальный осмотр уплотнения. Убедитесь, что контактные поверхности сохранили свою целостность, что на них отсутствуют трещины и разломы. Потрескавшиеся или поврежденные детали подлежат замене.

При техническом обслуживании для установки уплотнения необходимо тщательно очистить контактные поверхности и корпус уплотнения и нанести на него герметизирующий состав (силиконовый герметик). Две половины лабиринтного таконитового уплотнения необходимо объединить при помощи пружинного кольца.

Прочистите и обеспечьте открытое состояние сливных отверстий, предусмотренных в нижней части кольца.

Неправильная установка может привести к повреждению уплотнения и его протечке.

#### 6.7.4.5 Эксплуатация подшипников скольжения

При запуске системы, а также в течение первых часов ее работы необходимо внимательно отслеживать состояние подшипников. Перед запуском проверьте:

- Нет ли загрязнений на трубках для входа и слива масла (при наличии). При необходимости прочистите трубки посредством травления.
- Соответствует ли используемое масло указанному на паспортной табличке типу.
- Характеристики смазки.
- Уровень масла.
- Установлены ли для подшипника значения температуры срабатывания аварийного сигнала и аварийного отключения.

При первом включении необходимо обращать внимание на необычные шумы и вибрацию. Если от подшипника исходят необычные шумы или что-то препятствует его плавному вращению, немедленно выключите электродвигатель.

Двигатель должен работать в течение нескольких часов, прежде чем температура подшипников не стабилизируется. В случае перегрева подшипников двигатель следует остановить для проверки подшипников и датчиков температуры.

Убедитесь в отсутствии утечки масла через крышки, уплотнители или торец вала.

#### 6.7.4.6 Техническое обслуживание подшипников

Техническое обслуживание подшипников включает:

- Периодическую проверку уровня масла и его смазывающих свойств.
- Проверку создаваемого подшипником шума и уровня вибрации.
- Отслеживание изменений рабочей температуры и повторное затягивание крепежных и монтажных винтов.
- Содержание наружной поверхности в чистоте для поддержания теплообмена с окружающей средой, не допуская скопления снаружи масла и пыли.
- Подшипники со стороны вала электрически изолированы. Сферические посадочные поверхности вкладыша подшипника покрыты изолирующим материалом. Никогда не снимайте это покрытие.
- Установочный металлический штифт заменен на изолированный штифт.
- Устройства контроля температуры, контактирующие с вкладышем изолированного подшипника, также должны быть должным образом изолированы.

## 6.7.5 Защита подшипников от перегрева

### ВНИМАНИЕ

Система защиты подшипников от перегрева должна быть настроена на значения температуры, указанные в таблице 3.5, если иное не указано на габаритном чертеже мотора.

## 6.7.6 План технического обслуживания электродвигателя

План технического обслуживания, приведенный в Табл. 6.7, носит справочный характер, интервалы проведения технического обслуживания могут меняться в зависимости от расположения электродвигателя и условий его эксплуатации.

Таблица 6.7. План технического обслуживания электродвигателя

№ п/п	Вид работы / проверки	Ежедневно	Раз в неделю	Раз в месяц	В плановый останов (но не реже 1 раза в год)	В капитальный ремонт оборудования (но не реже 1 раза в 2,5 года)	Согласно регламенту замены или по потребности	Примечание
1	Проверка уровня смазки для подшипников скольжения	x	x	x	x	x		
2	Проверка вращения маслосмазочного кольца (при наличии)	x	x	x	x	x		
3	Контроль температуры подшипника	x	x	x	x	x		
4	Контроль температуры обмотки статора	x	x	x	x	x		
5	Проверка на наличие нетипичного шума и вибрации	x	x	x	x	x		
6	Проверка утечки водяного теплообменника (при наличии)		x	x	x	x		
7	Проверка утечки из подшипника		x	x	x	x		
8	Проверка загрязненности фильтра маслостанции (при наличии)		x	x	x	x		
9	Измерение виброскорости подшипников ручным измерительным прибором			x	x	x		
10	Проверка защитных анодов теплообменника (при наличии)			x	x	x		
11	Проверка прижима и степени истирания заземляющей щетки вала (при наличии)			x	x	x		
12	Пробы смазочного масла для подшипников скольжения			x	x	x		
13	Очистка щеточного узла от пыли			x*	x	x		* не реже 1 раза в 3 месяца

№ п/п	Вид работы / проверки	Ежедневно	Раз в неделю	Раз в месяц	В плановый останов (но не реже 1 раза в год)	В капитальный ремонт оборудования (но не реже 1 раза в 2,5 года)	Согласно регламенту замены или по потребности	Примечание
14	Измерение сопротивления изоляции обмоток статора и ротора				x	x		
15	Проверка изоляции подшипника с неприводной стороны ротора (при наличии технической возможности)				x	x		
16	для двигателей со степенью защиты от проникновения посторонних предметов ниже IP4X проверить внутренний объем двигателя и клеммных коробок на наличие пыли. Продувка и очистка от пыли				x	x		
17	Осмотр доступной изоляции на наличие следов перегрева: - вспучивание - подгары - изменение цвета				x	x		
18	Очистка воздухопроводов воздухо-воздушного теплообменника				x	x		
19	Проверка вентиляторов теплообменников				x	x		Измерение сопротивления изоляции обмотки
20	Демонтаж воздушного или воздушно-водяного теплообменника (при наличии) для обеспечения осмотра внутреннего объема корпуса статора				x	x		
21	Проверка крепления пазовых клиньев					x		
22	Проверка исправности стержней короткозамкнутых роторов					x		Выполняется проверка осмотром либо специальным прибором по методике, изложенной в руководстве по эксплуатации данного прибора
23	Для двигателей с подшипниками Качения: - Замена					x		
24	Для двигателей с подшипниками скольжения: - Осмотр шеек вала на предмет задиров и перегрева - Осмотр вкладышей на предмет задиров и перегрева					x		
25	Гидравлические испытания воздушно-водяного теплообменника (при наличии)					x		Избыточное давление 0,2-0,25 МПа в течение 5-10 мин

№ п/п	Вид работы / проверки	Ежедневно	Раз в неделю	Раз в месяц	В плановый останов (но не реже 1 раза в год)	В капитальный ремонт оборудования (но не реже 1 раза в 2,5 года)	Согласно регламенту замены или по потребности	Примечание
26	Испытание обмотки статора и ротора повышенным напряжением промышленной частоты					x		Норма испытательного напряжения указана в разделе 3.5
27	Измерение сопротивления обмотки статора постоянному току					x		Проводится у электродвигателей на напряжение 3 кВ и выше.
28	Измерение сопротивления изоляции щеточной траверсы и нагревателей					x		
29	Измерение воздушного зазора между сталью ротора и статора (если позволяет конструкция)					x		Норма: отличие зазоров не более 10% от среднего значения
30	Проверка зазоров в подшипниках скольжения					x		Сравнение со значением, измеренным на монтаже
31	Проверка работы электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом					x		Проводится у электродвигателей на напряжение 3 кВ и выше. Значение тока XX после капитального ремонта электродвигателя не должно отличаться больше чем на 10% от значения тока, измеренного перед его ремонтом, при одинаковом напряжении на выводах статора
32	Проверка работы электродвигателя под нагрузкой					x		
33	Замена резиновых уплотнений: – воздушно-водяного теплообменника (при наличии) – резина марки ТМКЩ или аналоги. – между теплообменником и корпусом – резина марки МБС или аналоги. – Подшипника скольжения (при наличии) – резина марки МБС или аналоги.					x		Также замена выполняется при каждом разборе узла. Повторное использование прокладки не допускается
34	Замена щеток заземления вала						x	
35	Замена щеток ротора						x	
36	Замена смазки / масла						x	Периодичность замены указана на заводской шильде, а при её отсутствии в таблицах 6.1, 6.2, 6.5
37	Замена подшипников качения						x	не реже 1 раза в 2,5 года
38	Замена прижимных пружин щеткодержателей						x	не реже 1 раза в 5 лет

## 7. РАЗБОРКА И СБОРКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

### ВНИМАНИЕ

Во избежание повреждения оборудования и получения травм все операции по ремонту, сборке и разборке должны проводиться исключительно квалифицированным и обученным персоналом. При возникновении любых дополнительных вопросов обратитесь к представителям компании АО «Техногрупп».

Порядок разборки и сборки зависит от типа двигателя.

При разборке двигателя следует использовать только специально предназначенные для этого инструменты. Любую поврежденную деталь (с трещинами, вмятинами на обработанных деталях, дефектной резьбой) необходимо заменить, не пытаясь ее отремонтировать.

### 7.1 Порядок разборки

При разборке электродвигателя необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Для разборки двигателя использовать только специально предназначенные для этой цели инструменты и приспособления.
2. Отсоединить силовые кабели подключения электродвигателя и провода вспомогательного оборудования. Отключить нагреватель корпуса.
3. Перед разборкой двигателя необходимо отсоединить от него трубы вспомогательных систем (при наличии): продувки (наддува), водяного охлаждения, циркуляционной смазки.
4. Демонтировать теплообменник (при наличии).
5. Демонтировать датчики температуры подшипников и заземляющую щетку (при наличии).
6. Демонтировать щетки ротора.
7. Демонтировать подшипники и торцевые щиты корпуса статора.
8. Извлечение ротора из двигателя следует проводить подходящим для этого приспособлением и чрезвычайно осторожно, чтобы ротор не зацепился за сердечник или головки катушек, так как это может привести к их повреждению. Для предотвращения повреждения ротора и головок катушек поддерживайте вал с неприводной стороны и со стороны привода.

### 7.2 Порядок сборки

При сборке электродвигателя следует выполнять указанные в разделе 7.1 действия в обратном порядке. Особое внимание следует обращать на расположение уплотнительных прокладок. Они должны идеально прилегать к уплотняемым деталям. Повторное использование прокладок в ответственных местах, где возможно появление течи масла или воды, не допускается.

### 7.3 Измерение воздушного зазора

После разборки и сборки электродвигателя необходимо измерить воздушный зазор (если позволяет конструкция) для проверки соосности ротора и статора.

Разница величины воздушного зазора измеряется по двум диаметрально противоположным точкам и не должна составлять более 10 % от средней величины воздушного зазора.

### 7.4 Момент затяжки

В Табл. 7.1 приведены значения момента затяжки крепежных деталей в зависимости от класса прочности, рекомендованные для сборки металлических частей электродвигателя.

#### ВНИМАНИЕ

Для стяжки стеклотекстолитовых изделий вне зависимости от применяемого крепежа момент затяжки не должен превышать указанные в таблице 7.1 моменты для латунного крепежа.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Класс прочности обычно указывается на головке шестигранного болта или на торце гайки.

Табл. 7.1. Значения момента затяжки при соединении двух металлических деталей

Материал	Латунь	Сталь						
		4.6	5.6	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Класс прочности болта		4	5	6	8	9	10	12
Класс прочности гайки		4	5	6	8	9	10	12
Диаметр резьбы	Момент на ключе ( $\pm 10\%$ ), Н·м							
M3	0,22	0,4	0,5	0,7	1,0	1,1	1,4	1,6
M4	0,5	0,9	1,2	1,7	2,2	2,5	3,2	3,7
M5	1,0	1,8	2,4	3,4	4,5	5,1	6,5	7,6
M6	1,8	3,0	4,1	5,8	7,7	8,6	11,0	12,9
M8	4,2	7,2	10,0	14,2	18,7	20,9	26,7	31,2
M10	8,6	14,4	19,8	28,1	37,0	41,5	53,0	61,9
M12	15,0	25,0	34,5	49,0	64,5	72,5	92,5	108,0
M16	37,0	62,0	86,0	122	160	180	230	270
M20	73,0	121	167	237	313	350	450	525
M24	126	210	290	410	540	605	775	900
M30	250	415	575	815	1075	1200	1550	1800
M36	435	730	1000	1400	1900	2100	2700	3150
M42	700	1170	1600	2300	3000	3350	4300	5100
M48	1050	1750	2400	3450	4550	5100	6500	7750
M56	1700	2850	3900	5550	7400	8300	10600	12450
M64	2550	4300	5950	8450	11200	12500	16000	18800
M72	3750	6300	8800	12300	16400	18400	23500	27600

### 7.5 Запасные детали

В Табл. 7.2 перечислены необходимые запасные детали, которые следует держать в наличии для проведения рекомендованных работ по техническому обслуживанию, а также дополнительные запасные детали, которые могут понадобиться для замены.

Табл. 7.2. Перечень рекомендуемых к наличию запасных деталей

№ п/п	Наименование	Количество	Примечание
1	Консистентная смазка подшипника качения / масло для подшипника скольжения	Исходя из расчетного расхода за год	Количество и интервал замены смазки см. на заводской табличке, а при её отсутствии в таблицах 6.1, 6.2, 6.5
2	Подшипники качения (при наличии)	Комплект	Комплект включает в себя резерв на обе стороны электродвигателя
3	Уплотнения подшипников	Комплект	
4	Вкладыш подшипника скольжения (при наличии)	по 1 шт. каждого типоразмера	
5	Смазочное кольцо подшипника скольжения (при наличии)	Для 2-х подшипников	
6	Щетка заземления вала (при наличии)	Комплект	
7	Щетки ротора	Комплект	
8	Щеткодержатели с пружинами	Комплект	
9	Датчик температуры подшипника	1 шт.	
10	Датчик вибрации подшипника (при наличии)	1 шт.	
11	Датчик утечки воды (при наличии)	1 шт.	
12	Датчик температуры воздуха (при наличии)	1 шт.	
13	Двигатель для вентилятора (при наличии)	по 1 шт. каждого типоразмера	
14	Уплотнительные прокладки	Комплект	Устанавливаются после разборки электродвигателя: - для воздушно-водяного теплообменника (при наличии) резина марки ТМКЩ или аналоги. - между теплообменником (при наличии) и корпусом резина марки МБС или аналоги. - для подшипников скольжения (при наличии) резина марки МБС или аналоги.
15	Электронагреватель	1 шт.	

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Размещая заказ на запасные детали, укажите тип и серийный номер электродвигателя, указанные на паспортной табличке двигателя.

Запасные части следует хранить в чистом, сухом, хорошо проветриваемом помещении и при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С.

## 8. НЕИСПРАВНОСТИ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Большинство отклонений, которые мешают работе, можно избежать с помощью профилактического обслуживания и своевременно принятых мер.

Первая мера, которая должна быть предпринята при возникновении механических или электрических неисправностей — это отключение электродвигателей и проверка всех механических и электрических частей установки.

В случае возникновения пожара электродвигатель должен быть обесточен. Для тушения пожара применяйте порошковые или углекислотные огнетушители. Никогда не используйте воду для тушения пожара.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В Таблице 8.1 представлен только базовый перечень неисправностей, их причин и мер по их устранению. При возникновении любых вопросов свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

Таблица 8.1. Базовый перечень неисправностей, их причин и мер по их устранению

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель не запускается без нагрузки	Отсутствует питание в сети	Восстановить питание в сети
	Двигатель не подключен к сети	Восстановить подключение двигателя к сети
	Перегорает предохранитель/отключается автоматический выключатель	- Установить новый предохранитель - Проверить выключатели в цепи - Проверить контакты на электрических соединениях - Проверить подключение магнитных пускателей (контакторов) и при необходимости заменить их
	Поврежден кабель	Проверить и заменить поврежденные кабели
	Повреждена обмотка двигателя	Проверить и отремонтировать обмотку двигателя
Двигатель не запускается с нагрузкой либо запускается очень медленно	Недостаточная мощность предохранителя/автоматического выключателя/ пускателя	Заменить аппарат на более мощный
	Чрезмерная нагрузка	Снизить нагрузку
	Низкое напряжение в сети	Снизить нагрузку

Неисправность	Причина	Способ устранения
Перегрев двигателя	Постоянная или периодическая перегрузка	Облегчить нагрузку
	Пониженное напряжение	Проверить напряжение источника питания на соответствие требований в разделе 1.6
	Перенапряжение	
	Засор вентиляционных каналов, корпуса, ребер охлаждения	Удалить посторонние предметы из вентиляционных каналов, очистить ребра охлаждения и корпус двигателя
	Недостаточное расстояние от торца кожуха вентилятора до ближайшего препятствия	Проверить на соответствие требованию раздела 3.8.1
	Температура окружающей среды выше +40 °С	Снизить нагрузку электродвигателя
	Трение между ротором и статором	Заводской ремонт
	Дисбаланс питающего напряжения	Восстановить питание сети
	Неправильное направление вращения охлаждающего вентилятора	Изменить направление вращения охлаждающего вентилятора
Резкое снижение частоты вращения	Падение напряжения в сети	Восстановить питание сети
	Внезапная перегрузка	Снизить нагрузку
	Однофазное вращение	Проверить подключение электродвигателя
Перегрев подшипников	Недостаток масла	Добавить масло
	Недостаток смазки	Добавить смазку
	Избыток смазки	Удалить избыток смазки, используя шест с выдвигным элементом
	Несовместимость добавляемой смазки с оригинальной	Разборка подшипника с последующей заменой смазки
	Несоосность между валами двигателя и приводимого механизма	Восстановить соосность валов
	Ослабление посадки наружного кольца подшипника качения	Выполнить замену наружного щита двигателя
	Сильный натяг ременной передачи	Ослабить натяг ремня
	Повышенный износ подшипника	Заменить подшипник

Неисправность	Причина	Способ устранения
Повышенная вибрация	Неправильная центровка шкивов / несоосность с приводимым механизмом	Восстановить центровку шкивов / соосность валов
	Недостаточная жесткость основания	Усилить фундамент / опорную раму
	Вибрация находящихся рядом механизмов	Устранить источник вибрации вблизи двигателя
	Короткое замыкание обмоток статора	Проверить и отремонтировать обмотку двигателя
	Повреждение лопасти вентилятора	Заменить вентилятор
	Дисбаланс вентилятора	Балансировка вентилятора
	Дисбаланс ротора	Балансировка вентилятора
	Повышенный износ подшипника	Заменить подшипник
	Обрыв цепи обмотки ротора	Проверить целостность и отремонтировать обмотку ротора двигателя
Высокое переходное электрическое сопротивление в цепях щеток заземления вала и щеток обмотки ротора.	ослабление контактов соединений электрических цепей от щеток до соединительного болта и далее до вторичных приборов	контактные соединения зачистить и подтянуть
	износ электрощеток, щеткодержателей	заменить изношенные щетки и щеткодержатели
	загрязнение поверхности вала контактирующей со щетками, увеличенный слой электрографитового налета	удалить загрязнение и электрографитовый налет с поверхности вала, контактирующей со щетками

## 9. УТИЛИЗАЦИЯ

Материалы, из которых изготавливаются электродвигатели, пригодны для вторичной переработки и не представляют опасности для здоровья человека. Пластиковые детали, из которых изготовлены некоторые детали электродвигателя, могут быть переработаны. Детали, изготовленные из стали, могут быть переплавлены в соответствии с местными правилами. При этом все вспомогательное оборудование и материалы (кабели, измерительные датчики и т. д.) должны быть удалены перед переплавкой.

### 9.1 Среднее содержание материалов

В Таблице 9.1 указано среднее содержание материалов, используемых при производстве электродвигателей

Табл. 9.1. Среднее содержание материалов в электродвигателе

Материал	Содержание в электродвигателе с чугунным корпусом, %	Содержание в электродвигателе со стальным корпусом, %
Сталь	45...56	79...83
Медь	8...10	12...14
Чугун	32...43	1...3
Алюминий	0...5	0...1
Изоляционные материалы	1...2	2...4
Нержавеющая сталь	<1	<1
Прочие	<1	<1

### 9.2 Переработка упаковочных материалов

При подготовке оборудования к монтажу упаковочные материалы должны быть удалены. Все упаковочные материалы, изготовленные из дерева, допускается сжечь. Крепежные детали сдаются в металлопереработку.

### 9.3 Изделия с электрической изоляцией

Медные детали могут быть отделены от изоляции методом термообработки. В процессе сжигания изоляции рекомендуются следующие условия:

- Температура термообработки: +380...+420 °С.
- Продолжительность термообработки: около 5 часов.
- Скорость потока: дым от изоляции должен сохраняться в камере сгорания не менее 3 секунд

При термообработке в камере сгорания образуются следующие газы: O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>

#### 9.4 Опасные отходы

Консистентная смазка и масла являются опасными отходами и должны утилизироваться в соответствии с местными правилами.

#### 9.5 Захоронение отходов

Все изоляционные материалы могут быть утилизированы, как отходы на свалке.

## 10. ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ

Длительность гарантии на электродвигатель указывается в Договоре поставки с клиентом. АО «Техногрупп» снимает с себя гарантийные обязательства в следующих случаях:

- Несоблюдение требований настоящей документации при транспортировании, хранении, монтаже, эксплуатации или плановом ремонте.
- Вскрытие транспортной упаковки, проведение монтажных, пуско-наладочных работ в гарантийный период в отсутствие сервисного инженера АО «Техногрупп».
- Разборка / ремонт в гарантийный период без письменного согласования АО «Техногрупп».
- Механические повреждения оборудования в том числе в результате форс-мажорных обстоятельств.
- Внесение изменений в конструкцию электродвигателя без согласования с АО «Техногрупп».
- Выполнение работ (монтаж, испытания, эксплуатация ремонт) неквалифицированным персоналом, не имеющим соответствующих допусков и разрешений.
- Применение некачественных материалов и запасных частей при проведении ремонтов оборудования.
- Эксплуатация электродвигателя в условиях, не соответствующих указанным в технической документации (превышение допустимых нагрузок, температуры, влажности, запыленности и т.д.).
- Подключение электродвигателя к сети, параметры которой не соответствуют указанным в технической документации.
- Отсутствие регулярного технического обслуживания и осмотров.
- Применение эксплуатационных материалов (моторных масел, смазочных составов, охлаждающих жидкостей и прочих технических жидкостей), не соответствующих требованиям, установленным заводом-изготовителем, и несогласованных с авторизованной сервисной службой АО «Техногрупп».
- Параметры пускового оборудования не соответствуют техническим параметрам электродвигателя
- Не введены в работу штатные устройства защиты двигателя.

Ремонт и замена частей или компонентов, выполняемые АО «Техногрупп» в период действия гарантии, не обеспечивают продление гарантии, если иное не будет в письменной форме указано компанией АО «Техногрупп».

### ПРИМЕЧАНИЕ

При возникновении гарантийного случая Заказчиком заполняется анкета, представленная в приложении 3, и направляется в адрес АО «Техногрупп».

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ЧЕК-ЛИСТ ГОТОВНОСТИ ОБЪЕКТА К ПРОВЕДЕНИЮ ШЕФ-МОНТАЖНЫХ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Перед началом шеф-монтажных работ (ШМР) и пусконаладочных работ (ПНР) Заказчику необходимо провести операции, приведенные в данном приложении, подтвердить их выполнение (столбец «Отметка о выполнении») и направить подписанный документ в адрес АО «Техногрупп».

№	Требования к технологической площадке и готовности объекта к проведению ШМР и ПНР	Срок выполнения / Подтверждение	Отметка о выполнении
1	Заказчик обеспечил наличие утвержденной проектной документации и организовал передачу документации в АО «Техногрупп». Выполнены все основные строительные работы в районе установки электродвигателя (далее «ЭД»), предусмотренные проектом. Предоставлен график монтажа оборудования за подписью ответственных лиц.	За 14 дней до начала ШМР специалистами АО «Техногрупп». Подтверждение: документация, график монтажа.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>			
2	Монтажная площадка огорожена и обеспечена электроэнергией, водой, ацетиленом, кислородом, такелажными, необходимыми транспортными средствами и т.д.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>			
3	Выполнены необходимые противопожарные мероприятия и мероприятия по технике безопасности.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>			
4	Температура окружающего воздуха в месте проведения работ не ниже +5 °С. Место монтажа защищено от дождя, пыли, грязи и т.д.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>			
5	Рабочая поверхность рамы/фундамента для установки ЭД очищена от строительного мусора, грязи, пыли, посторонних предметов.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>			

№	Требования к технологической площадке и готовности объекта к проведению ШМР и ПНР	Срок выполнения / Подтверждение	Отметка о выполнении
6	Подготовлены регулировочные прокладки разной толщины для регулировки ЭД по высоте и обеспечения центровки.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
	<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>		
7	Фундамент/рама соответствует проекту, имеет достаточную механическую жёсткость, обеспечивает достаточное виброгашение.	До вызова специалистов АО «Техногрупп» для проведения ШМР и ПНР	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
	<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>		
8	Наличие на площадке смазки для ЭД с подшипниками качения или масла для ЭД с подшипниками с жидкой смазкой, применяемых в подшипниках в объемах достаточных для ввода оборудования в эксплуатацию.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп». Подтверждение: производитель и тип подготовленной смазки / масла.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
	<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>		
9	В случае установки нового ЭД к существующему механизму (насос / редуктор / вал-шестерня и т.д.): проведена геодезическая съемка положения рабочих поверхностей рамы/фундамента относительно оси приводного механизма.	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп». Подтверждение: Протокол / исполнительный чертеж.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
	<i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>		

Чек-лист готовности объекта к ШМР и ПНР заполнил:

Дата: \_\_\_\_\_

ФИО: \_\_\_\_\_

Должность: \_\_\_\_\_

Организация: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЧЕК-ЛИСТ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ И МОНТАЖА

Сведения о проведении монтажных работ

Дата составления:

Наименование:	
Тип, модель:	
№ заказа:	
Заводской номер:	
Направление вращения:	
Номинальная мощность, кВт:	
Номинальный ток, А	
Напряжение, В	
Частота вращения об/мин:	
Приводимый механизм:	

Производственная площадка:

Сведения о проведении монтажных работ	Отметка о выполнении
<b>Соблюдение условий хранения</b>	
Заказчиком предоставлен журнал проверок в период хранения в соответствии с планом хранения в таблице 2.1 данного руководства	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Упаковка вскрыта в присутствии сервисного инженера АО "Техногрупп"	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Следов повреждения упаковки и нарушения условий хранения не обнаружено	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Проведены проверки и работы из раздела «перед монтажом» таблицы 2.1 данного руководства	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<b>Общие сведения</b>	
Соблюдены ли все правила техники безопасности, применимые к месту установки?	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Монтаж проводится под техническим контролем сервисного инженера АО "Техногрупп"	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Монтаж оборудования производит служба Заказчика	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Монтаж оборудования производит подрядная организация	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<b>Инспекционный контроль (перед монтажом)</b>	
Персонал прошёл проверку квалификации и ознакомлен с руководством по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию электродвигателей	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
На корпусе электродвигателя отсутствуют следы повреждений	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
На корпусе электродвигателя отсутствуют загрязнения и посторонние предметы	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Соответствуют ли данные паспортной таблички (напряжение, ток, схема подключения, класс защиты, система охлаждения, серфис-фактор и т.п.) основным эксплуатационным требованиям данной установки	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Электродвигатель устанавливается на позицию в проектное положение	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Внутри оборудования отсутствуют посторонние предметы и конденсат	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<b>Инспекционный контроль (во время монтажа)</b>	
Подключение электродвигателя к сети соответствует схеме, указанной на габаритном чертеже электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Сечение силового кабеля, номиналы пускателей и автоматических выключателей соответствуют пусковым токам электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Напряжение и частота питания соответствуют указанным на заводской табличке	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Кабели питания ротора и пусковое устройство соответствуют техническим параметрам электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Кабельные вводы в клеммных коробках подобраны в соответствии с наружными диаметрами подведенных проводов	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Контрольные датчики, предусмотренные конструкцией электродвигателя, подключены к системе АСУТП Заказчика. Уставки срабатывания защит выставлены в соответствии с эксплуатируемым оборудованием	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Электродвигатель выровнен и отцентрован. получен протокол центровки с приводным механизмом.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ

Сведения о проведении монтажных работ	Отметка о выполнении
Произведена установка электродвигателя относительно горизонта с уклоном, не превышающим 0,1 мм/м	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Электродвигатель надёжно закреплён к раме/фундаменту. Произведена обтяжка крепежных элементов.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Корпус электродвигателя и клеммные коробки заземлены.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Проверено отключение обогрева корпуса при включении в сеть электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Измерены сопротивления изоляции и коэффициенты абсорбции обмоток электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Измерены сопротивления обмоток постоянному току (при необходимости)	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Обмотки электродвигателя испытаны повышенным напряжением	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Испытан водяной теплообменник (при наличии)	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Вспомогательные системы электродвигателя (при наличии: циркуляционная смазка, охлаждающая вода, независимая вентиляция, продувка и наддув корпуса) подключены и введены в работу	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Направление вращения вентиляторов независимого охлаждения (при наличии) соответствует указанному на заводской табличке	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Подшипники качения (при наличии) повторно смазаны	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Вращающиеся части электродвигателя закрыты ограждениями	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<b>Пуск электродвигателя на холостом ходу</b>	
Проверено направление вращения	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Аномальные шумы, вибрации и иные несвойственные нормальной работе признаки отсутствуют	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Уровень вибрации не превышает установленных норм	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Температура обмоток и подшипниковых узлов в допуске	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
<b>Пуск электродвигателя под нагрузкой</b>	
Двигатель запущен с номинальной нагрузкой	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Измеренные параметры (токи, напряжения, температура подшипников и корпуса, уровень вибрации и шума) электродвигателя достигнутые в период температурного равновесия в допуске	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ

Все работы, не предусматривающие предоставления протоколов, должны быть зафиксированы в акте выполненных работ.

Примечание:	
-------------	--

Представители Заказчика:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Представители Поставщика:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Подпись:

Ф.И.О.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3. АНКЕТА ВЫШЕДШЕГО ИЗ СТРОЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Основные сведения об изделии:

Дата составления:

Наименование:	
Тип, модель:	
№ заказа:	
Заводской номер:	
Направление вращения:	
Номинальная мощность, кВт:	
Номинальный ток, А	
Напряжение, В	
Частота вращения об/мин:	
Приводимый механизм:	

Производственная площадка:

Предоставление сведений о выходе из строя оборудования	Отметка о выполнении
Предоставлен акт ввода в эксплуатацию оборудования и заполненный чек-лист выполненных работ в период хранения и монтажа (см. приложение 2)	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Составлен акт рекламации по выходу из строя оборудования	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
предоставлен журнал проверок в период хранения в соответствии с планом хранения в таблице 2.1 данного руководства	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлены документы, подтверждающие проведение своевременного технического обслуживания электродвигателя (см. таблицу 6.7)	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлены тренды показаний датчиков электродвигателя (датчики Pt100, датчики вибрации, реле влажности и т.п.) за прошедшие 365 дней	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлены параметры ЭД в работе по току и напряжению за прошедшие 365 дней	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предупредительные и аварийные уставки выставлены в системе АСУТП в соответствии с руководством (раздел 3.7.1.1, 3.7.1.2, 3.7.3, 5.2.6, 5.2.7)	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлен протокол центровки электродвигателя с приводимым механизмом	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлен протокол замера сопротивления изоляции обмотки статора и ротора электродвигателя ( $R_{60}$ , $R_{15}$ , $K_{abc}$ )	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлен протокол замера омического сопротивления обмоток электродвигателя	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлен протокол замера сопротивления изоляции щеточной траверсы и электронагревателей	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
Предоставлен журнал с отметками о периодичности досмазки подшипников или замены масла	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ

Примечание:	
-------------	--

Представители Заказчика: \_\_\_\_\_

Представители Поставщика: \_\_\_\_\_

Подпись:

Ф.И.О.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СУШКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Необходимость сушки электродвигателя определяется по пониженному сопротивлению изоляции обмотки и коэффициента абсорбции (если применимо) согласно нормам в таблице 3.1. Отсыревание изоляции сильно понижает ее сопротивление и электрическую прочность и может привести к выводу машины из строя со значительными повреждениями обмоток.

Для удаления влаги, имеющейся в изоляции, обмотки машин надо просушить горячим воздухом, инфракрасными лучами (сушка внешним нагревом) или током, пропускаемым через обмотки (сушка током).

### ПРИМЕЧАНИЕ

Во время сушки необходимо вести постоянный контроль (не реже 1 раза в час) над температурой обмоток во избежание их перегрева и порчи изоляции. Температура обмоток не должна превышать 70 °С.

Контроль результативности сушки выполняется по измерению сопротивления изоляции. В начале сушки при повышении температуры сопротивление изоляции обычно понижается до некоторого предела, а затем по мере высыхания растет до некоторой величины

### Метод сушки с применением воздуходувок

При сушке с применением воздуходувок нагретый воздух не должен содержать пыли и влаги.

Во время сушки необходимо следить за равномерностью распределения температур, не допуская перегрева выше допустимого предела, равного 70 °С для частей обмоток, расположенных со стороны подачи горячего воздуха.

Недостатками этого метода являются неравномерность нагревания обмоток и громоздкость вспомогательных устройств.

### Сушка постоянным током

Повышать напряжение после включения установки постоянного тока и понижать его перед выключением нужно плавно. Температуру при сушке следует повышать медленно во избежание перегрева внутренних частей машины. С этой целью рекомендуется начинать сушку при уменьшенных значениях тока, затем постепенно увеличивать его до 60-70% номинального. Температура обмоток не должна превышать 70 °С.

Сушка прекращается, если не происходит значительного возрастания сопротивления изоляции в течение 6 часов или рост незначительный (единицы процентов).

Во избежание пробоя изоляции включение и выключение установки постоянного тока производить при напряжении не более 30% от напряжения, при котором проходит сушка.

### ВНИМАНИЕ

Сильно отсыревшие машины с сопротивлением изоляции менее 400 кОм сушить током не разрешается во избежание электрического разрушения изоляции.

### Сушка токами короткого замыкания

Ротор должен быть надежно заторможен.

Напряжение на статоре должно быть равно 10–20 % номинального напряжения. При сушке от однофазной сети фазы обмотки статора соединить последовательно. Если так включить обмотки невозможно, то в случае соединения трехфазной обмотки треугольником подключать к сети выводы обмотки попарно, периодически меняя подключаемые выводы для равномерного прогрева всей обмотки. Если обмотки соединены звездой, подключать один провод к одному из выводов обмотки, а другой – к двум другим выводам, также периодически меняя все эти выводы.

Напряжение на статор подавать от регулируемого источника напряжения. Величина тока в обмотке не должна превышать 50–70 % номинального. Температура обмоток не должна превышать 70 °С.

### **ВНИМАНИЕ**

Сильно отсыревшие машины с сопротивлением изоляции менее 400 кОм сушить током не разрешается во избежание электрического разрушения изоляции.

**АО «ТЕХНОГРУПП»**

196246, Санкт-Петербург,  
Пулковское шоссе, д. 40, к. 4

+7 (812) 998-98-93



[technogroupp.com](http://technogroupp.com)



[telegram](https://www.telegram.com)