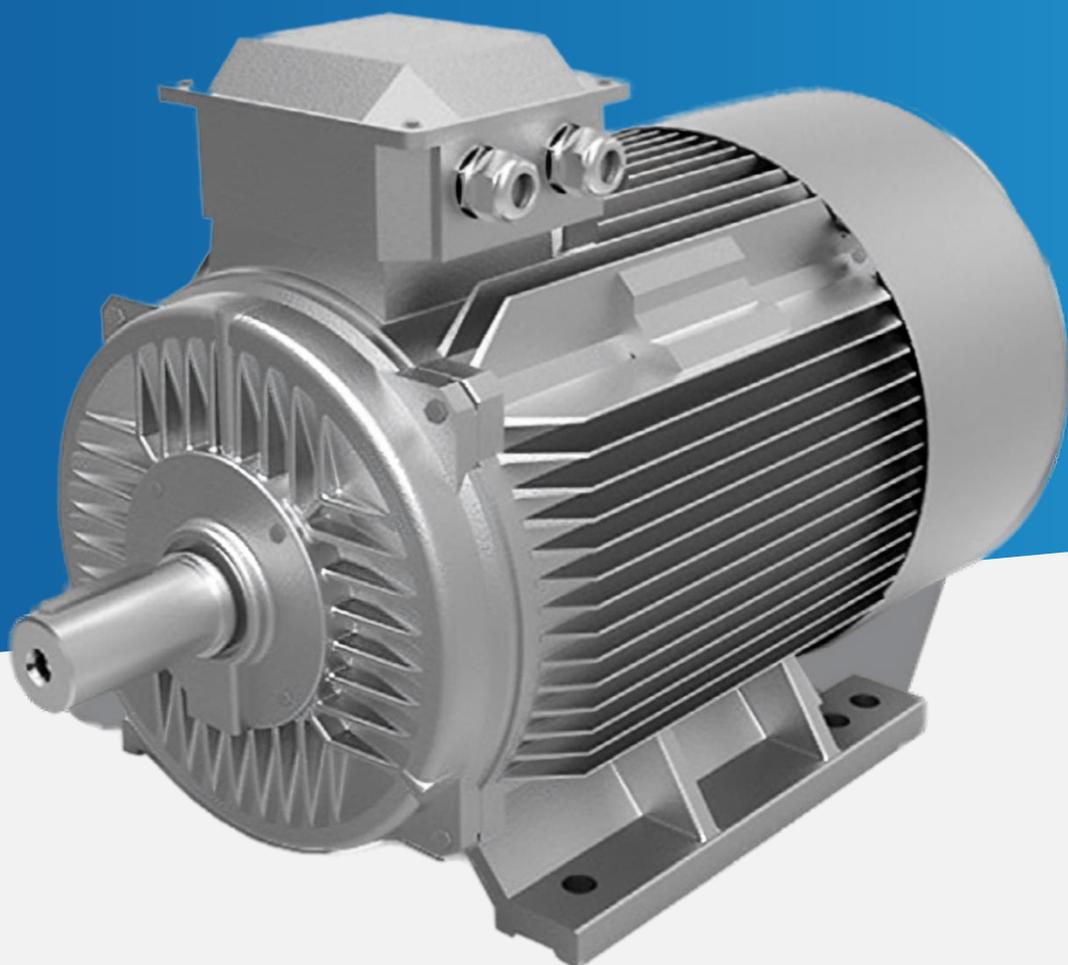


**НИЗКОВОЛЬТНЫЕ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ  
ТРЕХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ  
С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ  
СЕРИИ TGM**

**РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ,  
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ  
ОБСЛУЖИВАНИЮ**



Уважаемый клиент!

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

## Содержание

Содержание .....	3
1. ВВЕДЕНИЕ.....	9
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	10
2.1 Квалифицированный персонал .....	10
2.2 Правила техники безопасности.....	10
2.3 Стандарты .....	11
2.4 Условия окружающей среды.....	12
2.5 Условия эксплуатации .....	12
2.6 Напряжение и частота .....	12
3. ПРИЕМКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	14
3.1 Приемка.....	14
3.2 Перемещение .....	14
3.3 Хранение .....	15
3.3.1 Хранение вне помещения.....	16
3.3.2 Длительное хранение .....	16
3.3.3 Место хранения .....	17
3.3.3.1 Хранение внутри помещения.....	17
3.3.3.2 Длительное хранение вне помещения .....	17
3.3.3.3 Отдельные детали .....	18
3.3.3.4 Защита в процессе хранения .....	18
3.3.3.4.1 Обогреватель .....	18
3.3.3.4.2 Сопротивление изоляции .....	18
3.3.3.4.3 Открытые механически обработанные поверхности .....	18
3.3.3.4.4 Уплотнение .....	19
3.3.3.4.5 Подшипники .....	19
3.3.3.4.5.1 Подшипники качения с консистентной смазкой .....	19
3.3.3.4.5.2 Подшипники качения с масляной смазкой.....	19
3.3.3.4.5.2 Подшипник скольжения.....	19
3.3.3.4.6 Клеммные коробки .....	20
3.3.3.4.7 Воздушно-водяной теплообменник.....	21
3.3.3.4.8 Очистка и защита электродвигателя в процессе хранения .....	21
3.3.3.4.9 Проверки и ведение записей во время хранения .....	22
3.3.3.4.10 Диагностическое / профилактическое техническое обслуживание .....	22
3.3.3.4.11 План технического обслуживания во время хранения.....	22
3.3.5 Подготовка к вводу в эксплуатацию .....	23

3.3.5.1 Очистка .....	23
3.3.5.2 Проверка подшипников .....	24
3.3.5.3 Проверка сопротивления изоляции.....	24
3.3.5.4 Воздушно-водяной теплообменник.....	24
3.3.5.5 Прочее .....	24
4. УСТАНОВКА.....	25
4.1 Место установки.....	25
4.2 Замок вала.....	25
4.3 Направление вращения.....	25
4.4 Сопротивление изоляции.....	25
4.4.1 Правила техники безопасности.....	25
4.4.2 Общие положения .....	26
4.4.3 Измерение сопротивления изоляции обмоток статора.....	26
4.4.4 Дополнительная информация.....	27
4.4.5 Измерение индекса поляризации.....	28
4.4.6 Перевод измеренных значений .....	28
4.4.7 Оценка состояния изоляции.....	29
4.5 Защитные устройства .....	30
4.5.1 Тепловая защита.....	30
4.5.1.1 Предельные температуры для обмоток.....	30
4.5.1.2 Температуры генерации аварийного сигнала и аварийного отключения.....	31
4.5.1.3 Зависимость сопротивления терморезистора РТ100 от температуры .....	32
4.5.1.4 Обогреватель .....	32
4.5.1.5 Датчик утечки воды.....	32
4.5.1.6 Охлаждение .....	33
4.6.1 Двигатели закрытого типа.....	33
4.6.2 Электродвигатели открытого типа .....	34
4.6.3 Охлаждение воздушно-водяным теплообменником .....	34
4.6.3.1 Радиаторы на морской воде .....	35
4.6.4 Независимая вентиляция.....	35
4.7 Электрические компоненты.....	36
4.7.1 Электрические соединения.....	36
4.7.1.1 Основные электрические соединения .....	36
4.7.1.2 Заземление .....	36
4.7.2 Схемы подключения.....	37
4.7.2.1 Схемы подключения в соответствии с МЭК 60034-8.....	37

4.7.2.1.1	Схемы подключения статора .....	37
4.7.2.2	Схемы подключения в соответствии с NEMA MG1 .....	38
4.7.2.2.1	Схемы подключения статора .....	38
4.7.2.3	Направление вращения .....	39
4.7.2.4	Схемы подключения вспомогательного оборудования .....	39
4.8	Механические компоненты .....	39
4.8.1	Основание .....	39
4.8.2	Нагрузка на основание .....	40
4.8.3	Типы оснований .....	40
4.8.3.1	Бетонное основание .....	40
4.8.3.2	Скользящее основание .....	41
4.8.3.3	Металлическое основание .....	41
4.8.3.4	Анкерные болты .....	42
4.8.4	Комплект анкерной пластины .....	42
4.8.5	Частота собственных колебаний .....	43
4.8.6	Выравнивание .....	43
4.8.7	Соосность .....	44
4.8.8	Соединение штифтами .....	45
4.8.9	Сцепление .....	45
4.8.9.1	Прямое сцепление .....	46
4.8.9.2	Сцепление при помощи зубчатых муфт .....	46
4.8.9.3	Ременная передача .....	47
4.8.9.4	Сцепление электродвигателей, оборудованных подшипниками скольжения. ....	50
5.	ЗАПУСК .....	53
5.1	Запуск напрямую от сети .....	53
5.2	Частота прямых запусков .....	53
5.3	Ток заблокированного ротора .....	54
5.4	Запуск при сниженном токе .....	54
6.	ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ .....	55
6.1	Предварительный осмотр .....	55
6.2	Первый запуск .....	56
6.2.1	Процедура запуска .....	56
6.3	Эксплуатация .....	57
6.3.1	Общие положения .....	57
6.3.2	Температура .....	58
6.3.3	Подшипники .....	58

6.3.3.1 Система впрыска масла под высоким давлением .....	58
6.3.4 Радиаторы.....	58
6.3.4.1 Проверка производительности радиатора.....	59
6.3.5 Вибрация.....	59
3.6 Предельные уровни вибрации вала.....	60
6.3.7 Отключение.....	61
7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	62
7.1 Общие положения .....	62
7.2 Очистка электродвигателя.....	62
7.3 Техническое обслуживание обмоток .....	63
7.3.1 Проверка обмоток .....	63
7.3.2 Чистка обмоток .....	63
7.3.3 Проверки.....	63
7.3.4 Повторная пропитка .....	64
7.3.5 Сопротивление изоляции .....	64
7.4 Техническое обслуживание системы охлаждения.....	64
7.5 Техническое обслуживание радиатора .....	64
7.5.1 Инструкции по извлечению и техническому обслуживанию радиатора. ....	65
7.5.2 Защитные аноды .....	65
7.6 Вибрация .....	65
7.7 Устройство заземления вала.....	65
7.8 Техническое обслуживание подшипников .....	66
7.8.1 Подшипники качения с консистентной смазкой.....	66
7.8.1.1 Указания по смазке.....	67
7.8.1.2 Инструкции для повторной смазки подшипников качения .....	67
7.8.1.3 Повторная смазка подшипников с применением выдвигного механизма для удаления смазки.....	68
7.8.1.4 Процедура проведения смазки.....	68
7.8.1.5 Тип и количество смазки .....	68
7.8.1.6 Виды смазки.....	68
7.8.1.7 Процедура замены смазки .....	69
7.8.1.8 Совместимость смазок .....	70
7.8.1.9 Разборка подшипника .....	70
7.8.2 Смазываемые маслом подшипники качения .....	73
7.8.2.1 Инструкции по смазке .....	73
7.8.2.2 Тип масла .....	73
7.8.2.3 Замена масла .....	74

7.8.2.4 Эксплуатация подшипников .....	74
7.8.2.5 Разборка подшипника .....	75
7.8.2.6 Сборка подшипника .....	76
7.8.3 Замена подшипников качения .....	76
7.8.4 Подшипники скольжения .....	77
7.8.4.1 Технические данные подшипников .....	77
7.8.4.2 Установка и эксплуатация подшипников .....	77
7.8.4.3 Охлаждение за счет циркуляции воды .....	77
7.8.4.4 Замена масла .....	77
7.8.4.5 Уплотнение подшипника .....	78
7.8.4.6 Эксплуатация подшипников скольжения .....	79
7.8.4.7 Техническое обслуживание подшипников .....	79
7.8.4.8 Сборка и разборка подшипника .....	80
7.8.5 Защита подшипников .....	83
7.8.5.1 Настройка защитных устройств .....	83
7.8.5.2 Сборка/разборка температурных датчиков подшипника скольжения .....	84
8. СБОРКА И РАЗБОКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ .....	86
8.1 Разборка .....	86
8.2 Сборка .....	86
8.3 Измерение воздушного зазора .....	86
8.4 Момент затяжки .....	87
8.5 Запасные детали .....	88
9. ПЛАН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ .....	90
10. НЕИСПРАВНОСТИ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ .....	91
10.1 Характерные поломки асинхронных электродвигателей .....	91
10.1.1 Межвитковое короткое замыкание .....	91
10.1.2 Повреждение обмоток .....	91
10.1.2.1 Одна сгоревшая фаза обмотки .....	91
10.1.2.2 Две сгоревшие фазы обмотки .....	92
10.1.2.3 Три сгоревшие фазы обмотки .....	92
10.1.3 Повреждение подшипников .....	93
10.1.4 Обрыв вала .....	93
10.1.5 Поломка из-за плохо приработанных деталей передачи или неправильной центровки электродвигателей .....	93
11. ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ .....	96
11.1 Ответственность .....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	97

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	104

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство содержит информацию о низковольтных и высоковольтных трехфазных асинхронных электродвигателях.

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

При использовании преобразователя частоты необходимо в обязательном порядке следовать инструкциям, приведенным в соответствующей технической документации на электродвигатель и в руководстве по преобразователю частоты.

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 инструкции и стандарты, указанные в данном руководстве.

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

## 2. 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.

### 2.1 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.

### 2.2 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 (например, не подпускать людей, не допускать контакта с детьми и т. д.).

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.

**2.3 Стандарты**

Электродвигатели проектируют, изготавливают и испытывают в соответствии с требованиями стандартов, перечисленных в Табл. 2.1. 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 2.1. Применимые стандарты

	МЭК/NBR	NEMA
Технические условия	МЭК 60034-1/NBR 17094	MG1-1,10,20
Размеры	МЭК 60072/NBR 15623	MG1-4,11
Испытания	МЭК 60034-2/NBR 5383	MG1-12
Уровни защиты	МЭК 60034-5/NBR МЭК 60034-5	MG1-5
Охлаждение	МЭК 60034-6/NBR МЭК 60034-6	MG1-6
Монтаж	МЭК 60034-7/NBR МЭК 60034-7	MG1-4
Шум	МЭК 60034-9/NBR МЭК 60034-9	MG1-9
Механические вибрации	МЭК 60034-14/NBR МЭК 60034-14	MG1-7
Обозначение клемм	МЭК 60034-8/NBR 15367	MG1-2
Механические допуски	ИСО 286/NBR6158	MG1-4
Балансировка	ИСО 1940	MG1-7

## 2.4 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 при окружающей температуре ниже +5 °С в воду необходимо добавлять антифриз.

## 2.5 Условия эксплуатации

Чтобы гарантия на изделие была действительной, электродвигатель должен эксплуатироваться в соответствии с номинальными характеристиками, указанными в его паспортной табличке, с соблюдением всех применимых стандартов и содержащейся в данном руководстве информации.

## 2.6 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.

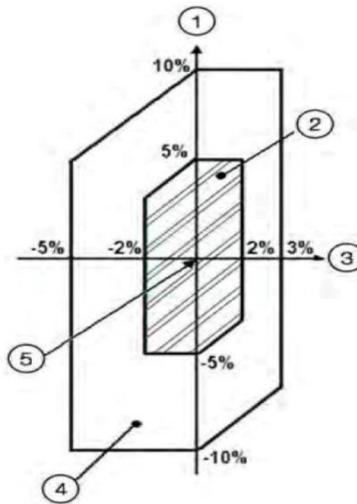


Рис 2.1 Пределы изменения напряжения и частоты

### Условные обозначения к Рис. 2.1:

- Напряжение.
- Зона А.
- Частота.
- Зона В (за пределами зоны А).
- Напряжение при номинальных характеристиках.

Электродвигатель должен выполнять свою основную функцию в течение длительного

времени в пределах зоны А, однако допускается неполное соответствие эксплуатационных характеристик показателям, измеряемым при номинальных напряжении и частоте (см. точку номинальных характеристик на Рис. 2.1), т. е. допустимы некоторые отклонения. Повышение температуры может быть больше, чем при номинальных напряжении и частоте.

Электродвигатель должен выполнять свои основные функции в пределах зоны В, однако могут наблюдаться большие отклонения рабочих характеристик от таковых при номинальном напряжении и частоте, чем в пределах зоны А. Увеличение температуры может быть выше, чем при номинальном напряжении и частоте, и, скорее всего, выше, чем в зоне А.

Продолжительная эксплуатация в периферийных участках зоны В не рекомендуется.

## 3. ПРИЕМКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ

### 3.1 Приемка

Все 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 сфотографировать любые обнаруженные повреждения, внести их в отчет и немедленно сообщить транспортной компании, страховой компании и АО «Техногрупп». Если вы не сообщили о повреждениях, гарантия считается недействительной.

Состояние деталей, поставляемых в отдельной упаковке, следует проверять при получении.

- 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 торца 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 непосредственно перед установкой и сохранить ее для следующей транспортировки электродвигателя.

### 3.2 Перемещение

- Электродвигатель следует перемещать в положениях 2 и 3 на Рис. 3.1.
- При необходимости снимите теплообменник перед подъемом электродвигателя.
- Если центр тяжести не находится ровно посередине между проушинами, используйте один из методов, показанных в п. 3 на Рис. 3.1.

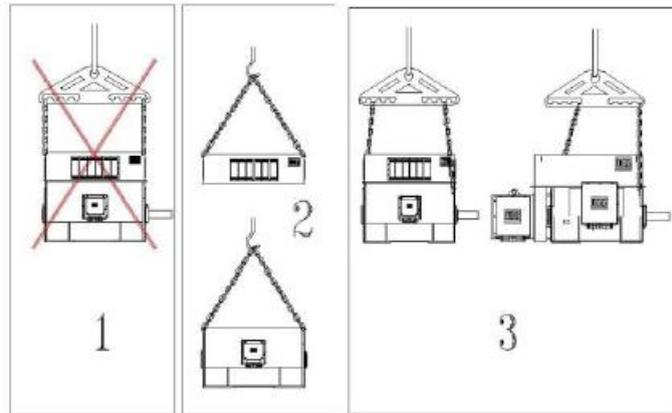


Рис. 3.1 Перемещение электродвигателя

#### Примечание

- Не превышайте указанную массу. 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. 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.
- Никогда не поднимайте электродвигатель за вал.
- Подъемные проушины на корпусе предназначены только для подъема электродвигателя. Никогда не используйте их для подъема собранной установки с приводом от электродвигателя
- 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.

#### 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.

### 3.3 Хранение

Если электродвигатель не устанавливается по месту эксплуатации сразу после приемки, его необходимо хранить, не доставая из упаковки, в месте, защищенном от влаги, паров, резких колебаний температуры (температура окружающей среды от 5 °С до 60 °С без резких перепадов температуры), грызунов и насекомых.

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

## **ВНИМАНИЕ!**

Во время хранения обогреватель должен быть подключен к источнику питания, чтобы избежать образования конденсата внутри электродвигателя.

Любые повреждения лакокрасочного покрытия или защитного антикоррозионного покрытия механически обработанных деталей необходимо немедленно устранить.

### **3.3.1 Хранение вне помещения**

Не рекомендуется хранить двигатель вне помещения.

Двигатель должен храниться в сухом месте, защищенном от подтопления и вибрации.

Перед помещением 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.

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.

### **3.3.2 Длительное хранение**

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.

## **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.

Инструкции по длительному хранению действительны для двигателей, которые хранятся в течение длительного времени (два месяца и более) перед вводом в эксплуатацию, или для уже установленных двигателей, находящихся в длительном простое, с учетом того же периода времени.

### 3.3.3 Место хранения

Для обеспечения наилучших условий хранения электродвигателя, выбранное место должно строго соответствовать критериям, описанным в подразделах 3.3.3.1 (Хранение внутри помещения)

#### 3.3.3.1 Хранение внутри помещения

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

1. Место хранения должно быть закрытым и защищенным;
2. Это место должно быть защищено от влаги, паров, агрессивных веществ, грызунов и насекомых;
3. Коррозионно-активные газы, такие как хлор, диоксид серы или кислоты, должны отсутствовать;
4. В месте хранения должны отсутствовать вибрации;
5. Место хранения должно быть оснащено системой вентиляции с воздушным фильтром;
6. Температура окружающей среды от 5 °С до 60 °С без резких перепадов температуры;
7. Относительная влажность < 50%;
8. Место хранения должно быть защищено от накопления грязи и пыли;
9. Должна иметься система обнаружения пожара;
10. Место хранения должно иметь источник питания для нагревателей.

Если какое-либо из этих требований не соблюдается на месте хранения, АО «Техногрупп» рекомендует предусмотреть дополнительные средства защиты электродвигателя на время хранения, а именно:

- Закрытый деревянный ящик или другая подобная упаковка, позволяющие подавать питание на нагреватели.
- Если есть риск заражения и образования грибка, упаковку необходимо защитить в месте хранения путем опрыскивания или окраски соответствующими химическими составами;
- Упаковка должна быть тщательно выполнена опытным лицом.

#### 3.3.3.2 Длительное хранение вне помещения

Не рекомендуется хранить двигатель вне помещения.

В случае, если хранение вне помещения неизбежно, двигатель должен быть упакован в специальную упаковку для таких условий, следующим образом:

- При хранении вне помещения (под воздействием погодных условий), кроме упаковки, рекомендованной для хранения в помещении, должно использоваться покрытие для защиты от пыли, влаги и других посторонних веществ из прочного брезента или пластика.
- Упаковку следует размещать на платформах или фундаментах, обеспечивающих защиту от грязи и влаги и не допускающих ее погружения в грунт;

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

Если двигатель хранится в течение длительного времени (два месяца и более), рекомендуется регулярно проверять его, как указано в «план технического обслуживания во время хранения» данного руководства.

### 3.3.3.3 Отдельные детали

- Если какие-то детали поставляются отдельно (клеммные коробки, теплообменники, крышки и т. д.), то в процессе хранения они должны быть установлены на электродвигатель.
- Запасные детали должны храниться в подходящем месте, в соответствии с подразделами 3.3.3.1 и 3.3.3.2 настоящего руководства.
- Относительная влажность воздуха внутри упаковки не должна превышать 50 %.
- Запрещается подвергать подшипники ударам, падениям, воздействию вибрации или влажности — это может привести к повреждению дорожек или шариков подшипников и снижению их срока службы.

### 3.3.4 Защита в процессе хранения

#### 3.3.4.1 Обогреватель

В процессе хранения внешние обогреватели электродвигателя должны быть подключены к электропитанию, чтобы избежать конденсации влаги внутри электродвигателя, а также обеспечить поддержание сопротивления изоляции обмоток на нужном уровне.

Пусковая цепь обогревателей должна быть изолирована, а ток и напряжение этой цепи должны ежемесячно измеряться и записываться.

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

#### 3.3.4.2 Сопротивление изоляции

В процессе хранения необходимо измерять и записывать сопротивление изоляции электродвигателя каждый 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 стандарта IEEE-43.

В случае снижения сопротивления изоляции следует провести соответствующую проверку.

#### 3.3.4.3 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.

### 3.3.4.4 Уплотнение

Резиновые прокладки, сальники, пробки и кабельные уплотнения электродвигателя должны ежегодно проверяться и заменяться при необходимости.

### 3.3.4.5 Подшипники

#### 3.3.4.5.1 Подшипники качения с консистентной смазкой

Подшипники качения смазываются на заводе при проведении испытаний электродвигателя.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Для поддержания подшипников в хорошем состоянии в процессе хранения каждые 2 месяца следует снимать устройство блокировки вала (если оно имеется, зависит от габарита электродвигателя), после чего электродвигатель должен совершить не менее 10 полных оборотов на скорости 30 об/мин для равномерного распределения смазки подшипников и защиты внутренних компонентов.

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

#### 3.3.4.5.2 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 хорошем состоянии в процессе хранения **каждые 2 месяца следует снимать устройство блокировки вала, после чего электродвигатель должен совершить не менее 10 полных оборотов на скорости 30 об/мин** для равномерного распределения смазки подшипников и защиты внутренних компонентов.

- Перед запуском электродвигателя подшипники должны быть повторно смазаны.
- При хранении электродвигателя в течение двух и более лет подшипники следует разобрать, промыть, проверить их состояние и заново смазать.

#### 3.3.4.5.2 Подшипник скольжения

В зависимости от положения электродвигателя при монтаже, а также типа используемой смазки транспортировка электродвигателя может осуществляться со смазанными или несмазанными подшипниками;

Электродвигатель должен храниться в первоначальном рабочем положении со смазанными подшипниками, если имеется соответствующее указание.

Уровень масла должен находиться в районе середины смотрового стекла.

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

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

Каждые два месяца следует снимать устройство блокировки вала, после чего электродвигатель должен совершить не менее 10 полных оборотов на скорости 30 об/мин для равномерного распределения смазки подшипников и защиты внутренних компонентов.

#### 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.

После хранения в течение полугода необходимо провести следующие процедуры для защиты от коррозии как внутренних частей подшипников, так и контактных поверхностей:

1. Закрыть 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 (указанного в листе технических данных или аналога) на внутренние поверхности подшипника.
5. Установить верхнее смотровое стекло в подшипник.

#### Примечание

Если в подшипнике отсутствует верхнее смотровое стекло, то для нанесения антикоррозионного покрытия необходимо снять верхнюю крышку подшипника

Описанную выше процедуру необходимо повторять каждые полгода в процессе хранения.

Если период хранения превысит два года, масло в подшипниках подлежит замене.

### 3.3.4.6 Клеммные коробки

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

- 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.

### **ВНИМАНИЕ!**

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

#### **3.3.4.7 Воздушно-водяной теплообменник**

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

1. Снимите с радиатора фланцевые соединения, чтобы получить к нему доступ.
2. Полностью слейте воду из трубок и головок радиатора.
3. 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 размешены горизонтально, а фланцы отверстий для подачи и слива воды должны быть размещены так, чтобы вода была удалена.
4. После просушки сопла следует закрыть глухими фланцами с новыми уплотняющими прокладками для обеспечения абсолютной герметичности.
5. Установите манометр на одном из глухих фланцев и шаровой клапан — на другом.
6. Закачайте инертный газ (например, азот) до давления 1,2 бар (абс.).
7. Это давление следует проверять каждый месяц в процессе хранения радиатора, который не должен подвергаться воздействию температуры выше 50°C.
8. При соблюдении описанной процедуры хранения уплотнения радиатора подлежат замене каждые три года в соответствии с рекомендациями его производителя.

### **ВНИМАНИЕ!**

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

### **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.

#### **3.3.4.8 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.

#### 3.3.4.9 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 открытых 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 и индекс поляризации обмотки статора.
10. Соответствие места хранения требованиям, описанным в подразделе 3.3.2.1.

#### 3.3.4.10 Диагностическое / профилактическое техническое обслуживание

АО «Техногрупп» рекомендует в процессе длительного хранения электродвигателей каждые три года отправлять их в авторизованную ремонтную мастерскую для проведения полного диагностического техобслуживания.

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

#### 3.3.4.11 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 Табл. 3.1.

Таблица 3.1. План хранения

	Ежемесячно	Раз в 2 месяца	Раз в полгода	Раз в 2 года	Перед запуском	Примечания
<b>МЕСТО ХРАНЕНИЯ</b>						
Проверка наличия загрязнений		X			X	
Проверка влажности и температуры		X				
Проверка на наличие признаков заражения насекомыми		X				
<b>УПАКОВКА</b>						
Проверка на наличие повреждений			X			
Проверка внутренней относительной влажности		X				
Замена поглотителей влаги (если имеются)			X			При необходимости
<b>ОБОГРЕВАТЕЛЬ</b>						
Проверка условий эксплуатации	X					
Измерение напряжения и частоты тока в цепи	X					
Проверка работоспособности сигнальной системы (если она имеется)			X			
<b>УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ</b>						
Проведение внешней очистки			X		X	
Проверка состояния окрашенных поверхностей			X			
Проверка состояния ингибитора коррозии на открытых механически обработанных деталях			X			
Нанесение ингибитора коррозии			X			
Проверка резиновых прокладок и уплотнителей			X			
Полное диагностическое техобслуживание						В соответствии с подразделом 3.3.3.10
<b>ОБОТКИ</b>						
Измерение температуры обмотки		X			X	
Измерение сопротивления изоляции		X			X	
Измерение индекса поляризации		X			X	
<b>КЛЕММНАЯ КОРОБКА И ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ КЛЕММЫ</b>						
Чистка внутренней части клеммных коробок				X	X	
Проверка прокладок и уплотнителей				X	X	
<b>ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ</b>						
Вращение вала		X				
Повторная смазка подшипника					X	
Разборка и чистка подшипника						Если продолжительность хранения превышает 2 года
<b>ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ</b>						
Вращение вала		X				
Нанесение ингибитора коррозии методом распыления			X			
Очистка подшипников					X	
Замена масла						Если продолжительность хранения превышает 2 года

### 3.3.5 Подготовка к вводу в эксплуатацию

#### 3.3.5.1 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.

### 3.3.5.2 Проверка подшипников

#### **ВНИМАНИЕ!**

Если срок хранения двигателя превышает шесть месяцев, 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.

Для выполнения этой процедуры обратитесь к специалистам АО «Техногрупп».

### 3.3.5.3 Проверка сопротивления изоляции

Перед вводом двигателя в эксплуатацию необходимо измерить сопротивление изоляции в соответствии с Подразделом 3.3.3.2 настоящего руководства.

### 3.3.5.4 Воздушно-водяной теплообменник

- При запуске электродвигателя проследите за тем, чтобы вода в радиаторе свободно циркулировала.
- Момент затяжки болтов радиатора должен составлять от 40 до 50 Н·м.
- Убедитесь в отсутствии протечки воды. Проверьте уплотнители радиатора и при необходимости проведите их замену.
- Проверьте резиновые уплотнители теплообменника и при необходимости проведите их замену.

### 3.3.5.5 Прочее

Перед запуском электродвигателя выполните остальные процедуры, описанные в Разделе 6 настоящего руководства.

## 4. УСТАНОВКА

### 4.1 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.
- 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 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.

### 4.2 Замок вала

Электродвигатель поставляется 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 (отключение) электродвигателя, чтобы не допускать повреждения подшипников во время транспортировки.

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

### 4.3 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 к специалистам АО «Техногрупп».

### 4.4 Сопротивление изоляции

#### 4.4.1 Правила техники безопасности

Измерение сопротивления изоляции должно проводиться только на выключенном

электродвигатели 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.

#### 4.4.2 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.

В условиях высокой влажности сопротивление изоляции следует периодически проверять и во время хранения. Трудно установить какие-либо постоянные значения сопротивления изоляции электродвигателя, поскольку они зависят от внешних условий (температура, влажность), состояния установки (наличия пыли, масла, консистентной смазки, загрязнений), а также от качества и состояния использованного изолирующего материала.

Журнал регистрации периодических проверок поможет сделать заключение о пригодности электродвигателя к эксплуатации.

#### 4.4.3 Измерение сопротивления изоляции обмоток статора

Сопротивление изоляции измеряется с помощью мегаомметра. Испытательное напряжение для обмоток электродвигателя должно соответствовать значениям в Табл. 4.1 и стандарту IEEE43.

Табл. 4.1. Напряжение для испытаний сопротивления изоляции обмоток

Номинальное напряжение обмотки (В)	Испытание сопротивления изоляции — напряжение постоянного тока (В)
<1000	500
1000–2500	500–1000
2501–5000	1000–2500
5001–12 000	2500–5000
>12 000	5000–10 000

Перед проведением измерения сопротивления изоляции обмотки статора необходимо:

- Отсоединить все провода от клемм статора.
- Отсоединить все 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, как показано на Рис.4.1

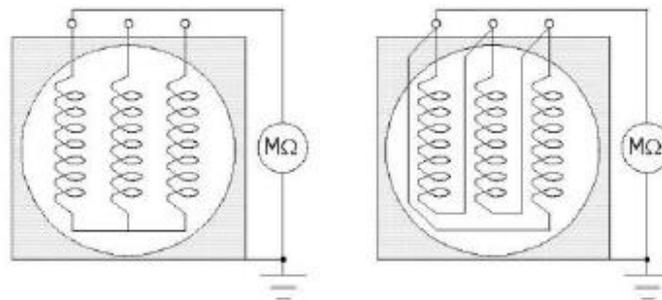


Рис.4.1 Подключение мегаомметра

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, как показано на Рис. 4.2

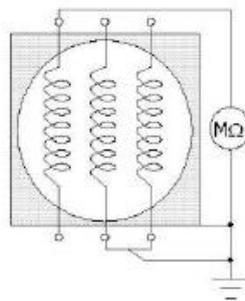


Рис.4.2 Подключение мегаомметра к отдельным фазам

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

#### **ВНИМАНИЕ!**

Электродвигатели, которые эксплуатировались в течение длительного времени, часто показывают большие значения. Для оценки состояния изоляции обмоток лучше всего применять сравнительный анализ значений, полученных в ходе предыдущих испытаний для того же электродвигателя в условиях аналогичной нагрузки, температуры воздуха и влажности вместо единственного значения, полученного в результате однократного испытания. Значительное или резкое снижение показаний служит основанием для дополнительной проверки.

#### **4.4.4 Дополнительная информация**

После измерения сопротивления изоляции следует заземлить испытываемую обмотку для снятия остаточного заряда. Испытательное напряжение для измерения сопротивления изоляции нагревателя должно составлять 500 В пост. тока, а для другого вспомогательного

оборудования —100 В пост. тока. Не рекомендуется измерять сопротивление изоляции устройств тепловой защиты.

#### 4.4.5 Измерение индекса поляризации

Индекс поляризации определяется соотношением сопротивления изоляции, измеренным после десяти минут, и сопротивлением изоляции, измеренным после одной минуты с начала испытания. Процедура измерения всегда должна проводиться при относительно постоянной температуре.

Значение индекса поляризации позволяет оценить состояние изоляции электродвигателя.

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

#### 4.4.6 Перевод измеренных значений

Сопротивление изоляции следует измерять при температуре 40 °С. Если измерение производится при другой температуре, необходимо скорректировать измеренное значение до значения, соответствующего температуре 40 °С, воспользовавшись кривой изменения сопротивления изоляции в зависимости от температуры электродвигателя.

Если у вас нет такой кривой, приблизительное скорректированное значение можно получить из кривой, приведенной на Рис. 4.3, в соответствии со стандартом NBR 5383/IEEE43.

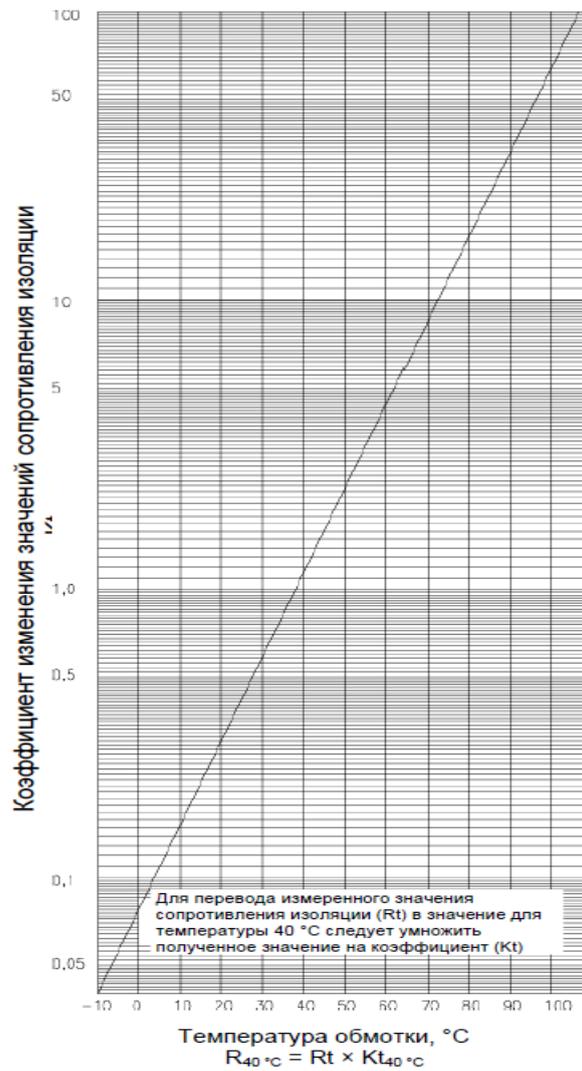


Рис. 4.3. Коэффициент изменения сопротивления изоляции в зависимости от температуры

#### 4.4.7 Оценка состояния изоляции

В Табл. 4.2 и 4.3 приведены ориентировочные предельные значения сопротивления изоляции для оценки состояния изоляции электродвигателя.

Табл. 4.2 Ориентировочные предельные значения для оценки состояния изоляции электроустановок

Значение сопротивления	Оценка состояния
2 МОм или меньше	Неприемлемое
<50 МОм	Опасное
50–100 МОм	Удовлетворительн
100–500 МОм	Хорошее
500–1000 МОм	Очень хорошее
>1000 МОм	Отлично

Табл. 4.3. Индекс поляризации (соотношение между результатом измерения через 10 минут и результатом измерения через 1 минуту после начала испытания)

Измерение индекса поляризации	Оценка состояния изоляции
1 МОм или меньше	Неприемлемое
<1,5	Опасное
от 1,5 до 2,0	Удовлетворительное
от 2,0 до 3,0	Хорошее
от 3,0 до 4,0	Очень хорошее
> 4,0	Отличное

### **ВНИМАНИЕ!**

Если измеренное значение сопротивления изоляции, пересчитанное для 40 °С, составляет менее 100 МОм, либо индекс поляризации меньше 2, то перед вводом электродвигатель в эксплуатацию свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

## **4.5 Защитные устройства**

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).

### **4.5.1 Тепловая защита**

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

Эти датчики должны быть подключены к системе внешнего контроля температуры окружающего воздуха и защиты.

Конкретный тип температурного датчика, клеммы и задаваемые температуры для аварийного сигнала и аварийного отключения приведены на Схеме подключения электродвигателя.

#### **4.5.1.1 Предельные температуры для обмоток**

Температура самой горячей точки обмотки не должна превышать верхнего предела для класса нагревостойкости изоляции. Итоговая температура равна сумме температуры окружающей среды, увеличения температуры (Т), а также разницы между средней температурой обмотки и самой горячей ее точки.

Температура окружающей среды не должна превышать 40 °С в соответствии со стандартом NBR МЭК 60034-1. Выше этой температуры условия эксплуатации считаются особыми, поэтому

необходимо ознакомиться с документацией на конкретный электродвигатель.

В Табл. 4.4 приведены допустимые численные значения и параметры, определяющие допустимую температуру в самой горячей точки обмотки.

Табл. 4.4. Класс изоляции

Класс изоляции		В	F	H
Температура окружающей среды	°C	40	40	40
T = рост температуры (измерение температуры осуществляется по методу изменения сопротивления проводника)	°C	80	105	125
Разность между температурой самой горячей точки и средней температурой	°C	10	10	15
Итого: температура самой горячей точки	°C	130	155	180

### 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.

#### 4.5.1.2 Температуры генерации аварийного сигнала и аварийного отключения

Температуры аварийного сигнала и аварийного отключения электродвигателя должны быть установлены на минимально возможные значения. Эти значения могут быть определены на основании заводских испытаний или рабочей температуры электродвигателя. Температура генерации аварийного сигнала должна на 10 °C превышать температуру эксплуатации электродвигателя при полной нагрузке с обязательным учетом максимальной возможной температуры окружающей среды для данной местности. Скорректированная температура аварийного отключения не должна превышать максимально допустимое значение температуры для класса изоляции обмотки статора и для подшипников (с учетом используемой системы и типа смазки), в соответствии с Табл. 4.5.

Табл. 4.5. Максимальные значения заданной температуры срабатывания

	Повышение температуры (Δ t)	Максимальная температура (°C)	
		Аварийный сигнал	Аварийное отключение
Обмотка, класс F	Класс В	120	130
	Класс F	130	155
Обмотка, класс H	Класс H	155	180
Подшипники	–	110	120

### ВНИМАНИЕ!

Значения температуры для генерации аварийного сигнала или отключения могут быть определены опытным путем, однако они не должны превышать значений, указанных в Табл. 4.5

Устройства защиты электродвигателя перечислены в чертеже Техногрупп «Схема подключения». Полную ответственность в случае неиспользования данных устройств несет заказчик, и в случае повреждения электродвигателя условия гарантийного обслуживания на него распространяться не будут.

#### 4.5.1.3 Зависимость сопротивления терморезистора PT100 от температуры

В Табл. 4.6 показано измерение температуры в зависимости от сопротивления терморезисторов PT100.

$$\text{Формула: } \frac{\Omega - 100}{0,386} = \text{°C}$$

Табл. 4.6. Зависимость сопротивления от температуры (Pt100)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,95	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,28
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	113,99	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,85	118,24	118,62	119,01
50	119,40	119,78	120,16	120,55	120,93	121,32	121,70	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,62	124,01	124,39	124,77	125,16	125,54	125,92	126,31	126,69
70	127,07	127,45	127,84	128,22	128,60	128,98	129,37	129,75	130,13	130,51
80	130,89	131,27	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,56	133,94	134,32
90	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12
100	138,50	138,88	139,26	139,64	140,02	140,39	140,77	141,15	141,53	141,91
110	142,29	142,66	143,04	143,42	143,80	144,17	144,55	144,93	145,31	145,68
120	146,06	146,44	146,81	147,19	147,57	147,94	148,32	148,70	149,07	149,45
130	149,82	150,20	150,57	150,95	151,33	151,70	152,08	152,45	152,83	153,20
140	153,58	153,95	154,32	154,70	155,07	155,45	155,82	156,19	156,57	156,94
150	157,31	157,69	158,06	158,43	158,81	159,18	159,55	159,93	160,30	160,6

#### 4.5.1.4 Обогреватель

Если электродвигатель оснащен обогревателем для предотвращения появления внутреннего конденсата в процессе длительного простоя, то необходимо позаботиться о том, чтобы питание на этот обогреватель подавалось сразу после отключения электродвигателя, и отключалось перед его запуском.

Значения напряжения питания и мощности обогревателя приведены на схеме подключения, а также на специальной табличке, прикрепленной к электродвигателю.

#### 4.5.1.5 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 пульту управления в соответствии со схемой подключения электродвигателя. Сигнал данного датчика должен использоваться для активации аварийного сигнала.

В случае срабатывания защиты следует проверить состояние теплообменника, а при обнаружении утечки воды необходимо отключить электродвигатель и устранить неполадку.

#### 4.5.1.6 Охлаждение

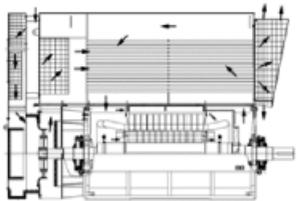
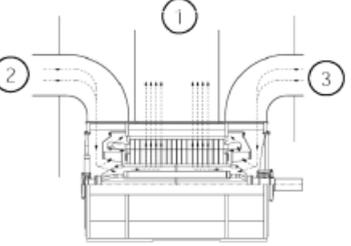
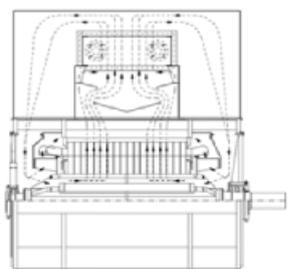
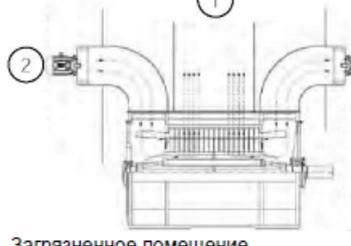
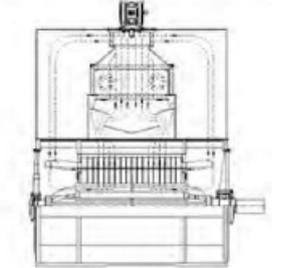
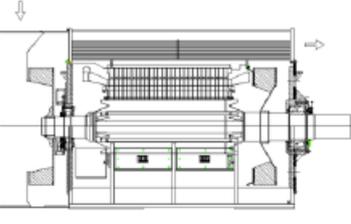
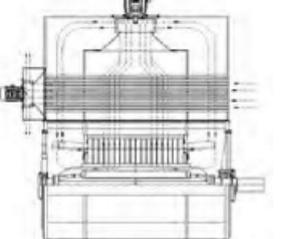
Система охлаждения электродвигателя может варьироваться в зависимости от области его применения.

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

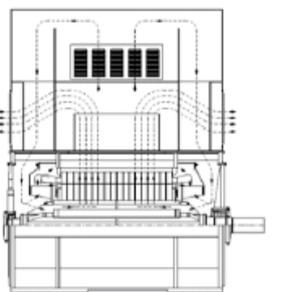
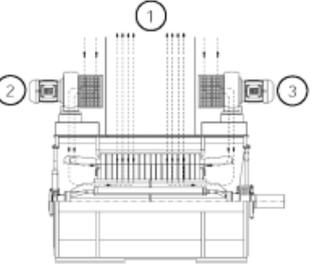
#### **ВНИМАНИЕ!**

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.

#### 4.6.1 Двигатели закрытого типа

 <p>Воздухо-воздушный теплообменник с автовентиляцией</p>	 <p>С автовентиляцией, вход и выход воздуха через воздуховод</p> <p>1. Загрязненное помещение 2. Незагрязненное помещение 3. Незагрязненное помещение</p>
 <p>Воздушно-водяной теплообменник с автовентиляцией</p>	 <p>С независимой вентиляцией, вход и выход воздуха через воздуховод</p> <p>1. Загрязненное помещение 2. Незагрязненное помещение 3. Незагрязненное помещение</p>
 <p>Воздушно-водяной теплообменник с независимой вентиляцией</p>	 <p>С автовентиляцией и воздухо-воздушным теплообменником вокруг двигателя.</p>
 <p>Воздухо-воздушный теплообменник с независимой вентиляцией</p>	

#### 4.6.2 Электродвигатели открытого типа

 <p>С автовентиляцией</p>	 <p>С независимой вентиляцией</p> <p>1. Горячий воздух 2. Холодный воздух 3. Холодный воздух</p>
--	--

#### 4.6.3 Охлаждение воздушно-водяным теплообменником

В электродвигателях с воздушно-водяным теплообменником внутренний воздух в замкнутом контуре охлаждается радиатором, представляющим собой поверхностный теплопередатчик, предназначенный для рассеивания тепла. В качестве охладителя 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.

#### **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.

#### **4.6.3.1 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. 4.4, 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.

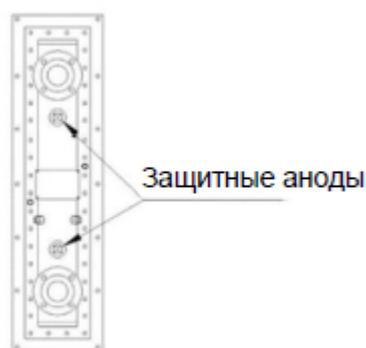


Рис. 4.4 Радиатор с защитными анодами

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

#### **4.6.4 Независимая вентиляция**

**Независимые вентиляторы** приводятся в движение трехфазными асинхронными электродвигателями с 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

При необходимости проверьте направление вращения электродвигателя независимого вентилятора перед его эксплуатацией.

Если направление вращения не совпадает с указанным, поменяйте местами подключения между двумя фазами 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 превосходном состоянии, чтобы обеспечить исправную работу системы охлаждения, а также продолжительную защиту чувствительных к загрязнению внутренних деталей двигателя.

## 4.7 Электрические компоненты

### 4.7.1 Электрические соединения

#### ВНИМАНИЕ!

Перед подключением основных кабелей и кабелей вспомогательного оборудования внимательно изучите схему электрических подключений, поставляемую вместе с электродвигателем. Электрические соединения дополнительного оборудования показаны в соответствующих руководствах для данного оборудования.

#### 4.7.1.1 Основные электрические соединения

Расположение клеммной коробки статора указано на **габаритном чертеже** конкретного электродвигателя.

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

Электродвигатель должен вращаться в направлении, указанном на паспортной табличке, а также в соответствии с направлением стрелки со стороны привода электродвигателя.

Принято указывать направление вращения, которое наблюдается, если смотреть на торец вала со стороны привода.

Электродвигатели с одним направлением вращения не должны вращаться в обратном направлении.

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

Перед подключением электродвигателя к нагрузке следует тщательно измерить сопротивление изоляции обмотки.

Для подключения магистральных силовых кабелей к электродвигателю необходимо снять крышку клеммной коробки статора, срезать уплотнительные кольца (стандартные двигатели поставляются без кабельного уплотнения) в соответствии с сечением кабеля, а затем продеть кабели через уплотнительные кольца. Отрежьте силовой кабель до нужной длины, оголите концы и наденьте нужные кабельные наконечники.

#### 4.7.1.2 Заземление

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

Подсоедините металлическую оплетку кабелей (при наличии) к общему проводу заземления. Отрежьте кабель заземления до нужной длины и подсоедините его к выводу клеммной коробки и (или) к корпусу.

Надежно зафиксируйте все соединения.

**ВНИМАНИЕ!**

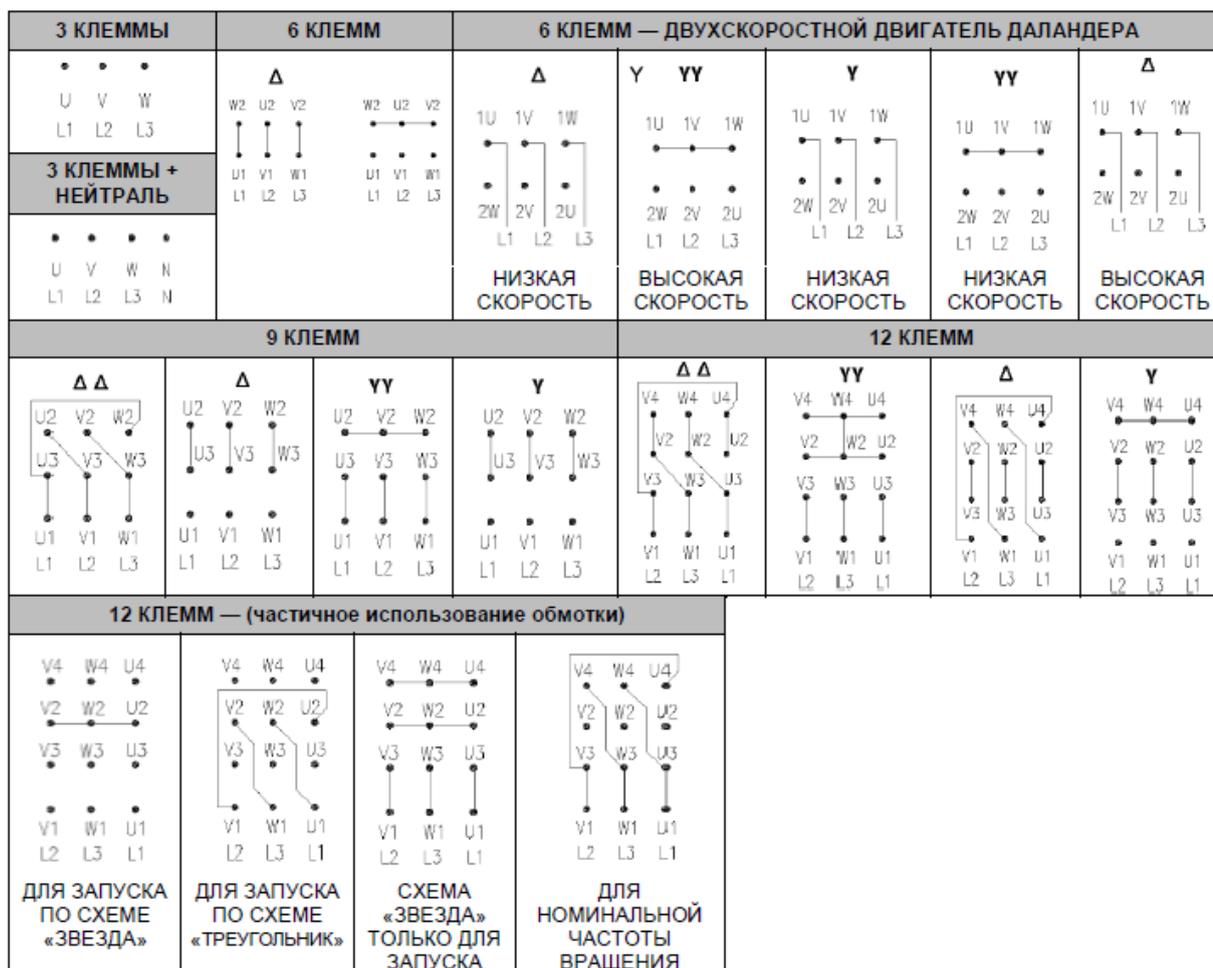
Для закрепления кабельных наконечников не используйте шайбы из стали или другого материала с низкой электрической проводимостью.

**4.7.2 Схемы подключения**

**4.7.2.1 Схемы подключения в соответствии с МЭК 60034-8**

На нижеприведенных схемах подключения показаны обозначения клемм в клеммной коробке и возможные подключения электродвигателя.

**4.7.2.1.1 Схемы подключения статора**



**Примечание**

При параллельном подключении двух и более соединительных кабелей электродвигателя для разделения тока к обозначению этих кабелей через дефис добавляется дополнительный символ, как показано на Рис. 4.5.

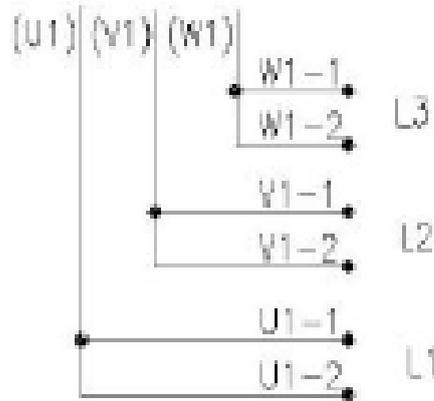


Рис.4.5. Параллельные соединения

#### 4.7.2.2 Схемы подключения в соответствии с NEMA MG1

##### 4.7.2.2.1 Схемы подключения статора

<b>3 КЛЕММЫ</b> • • • T1 T2 T3 L1 L2 L3	<b>6 КЛЕММ</b> $\Delta$ T6 T4 T5 T1 T2 T3 L1 L2 L3		<b>6 КЛЕММ — ДВУХСКОРОСТНОЙ ДВИГАТЕЛЬ ДАЛАНДЕРА</b>				
<b>3 КЛЕММЫ + НЕЙТРАЛЬ</b> • • • • T1 T2 T3 N L1 L2 L3 N	$\Delta$ T6 T4 T5 T1 T2 T3 L1 L2 L3	$\Delta$ T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	$\Upsilon\Upsilon$ T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	$\Upsilon$ T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	$\Upsilon\Upsilon$ T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	$\Delta$ T1 T2 T3 T6 T5 T4 L1 L2 L3	
		НИЗКАЯ СКОРОСТЬ	ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ	НИЗКАЯ СКОРОСТЬ	НИЗКАЯ СКОРОСТЬ	ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ	
<b>9 КЛЕММ</b>				<b>12 КЛЕММ</b>			
$\Delta\Delta$ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	$\Delta$ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	$\Upsilon\Upsilon$ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	$\Upsilon$ T4 T5 T6 T7 T8 T9 T1 T2 T3 L1 L2 L3	$\Delta\Delta$ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	$\Upsilon\Upsilon$ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	$\Delta$ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1	$\Upsilon$ T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1
<b>12 КЛЕММ — (частичное использование обмотки)</b>							
T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 для ЗАПУСКА по схеме «ЗВЕЗДА»	T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 для ЗАПУСКА по схеме «ТРЕУГОЛЬНИК»	T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 СХЕМА «ЗВЕЗДА» ТОЛЬКО для ЗАПУСКА	T11 T12 T10 T5 T6 T4 T8 T9 T7 T2 T3 T1 L2 L3 L1 для НОМИНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ				

При параллельном подключении двух и более соединительных кабелей электродвигателя для разделения тока к обозначению этих кабелей через дефис добавляется дополнительный символ, как показано на Рис. 4.6

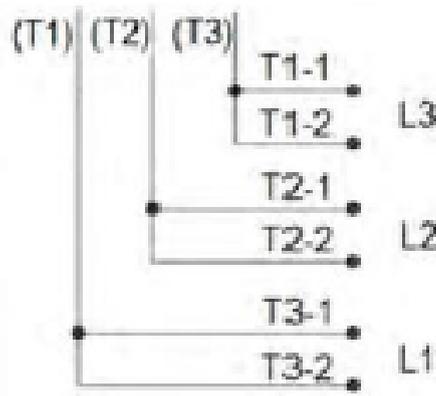


Рис. 4.6. Параллельные соединения.

#### 4.7.2.3 Направление вращения

Направление вращения указывается на **паспортной табличке** и соответствует направлению, наблюдаемому, если смотреть на торец вала со стороны привода. Перед сцеплением электродвигателя с приводимым механизмом необходимо проверить направление вращения.

В электродвигателях с обозначениями клемм и подключениями, соответствующими описанным в настоящем руководстве, вал вращается по часовой стрелке в соответствии со стандартом МЭК 60034-8.

Для изменения направления вращения необходимо поменять местами любые две фазы.

Электродвигатели с одним направлением вращения, что указывается на паспортной табличке и на табличке, прикрепленной к корпусу, могут использоваться только в этом направлении. Чтобы изменить направление вращения однонаправленных электродвигателей, свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

#### 4.7.2.4 Схемы подключения вспомогательного оборудования

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

### 4.8 Механические компоненты

#### 4.8.1 Основание

Основание или структура, 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 размера основания может привести к возникновению вибраций в основании, электродвигателе и приводимом механизме.

При проектировании основания следует руководствоваться габаритным чертежом, информацией о механических нагрузках на основание и методом анкеровки электродвигателя.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Для точного выравнивания разместите между поверхностью основания и ножками

электродвигателя прокладки различной толщины

Ответственность за возведение и размеры фундамента по месту установки электродвигателя несет заказчик.

## 4.8.2 Нагрузка на основание

В соответствии с Рис. 4.7, нагрузки на основание могут быть рассчитаны по формулам:

$$F1=+0.5.m.g.+ (4C \max) / (A)$$

$$F2=+0.5.m.g.- (4C \max) / (A)$$

Где: F1 и F2 — статические силы, оказываемые ножками на основание, (Н),

g — ускорение свободного падения (9,81 м/с<sup>2</sup>),

m — масса электродвигателя (кг),

Cmax — максимальный крутящий момент (Н·м),

A — значение берется из габаритного чертежа двигателя.

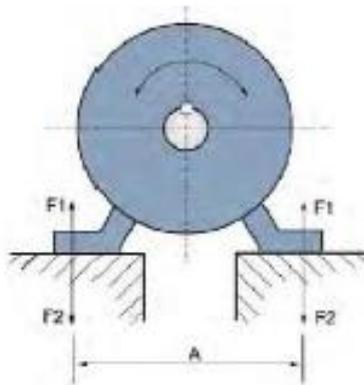


Рис. 4.7. Нагрузки на основание

## 4.8.3 Типы оснований

### 4.8.3.1 Бетонное основание

Тип и размеры фундамента, болтов и анкерных пластин зависят от размера и типа электродвигателя.

**Пример подготовки основания:**

1. Очистите поверхность основания от пыли и грязи для обеспечения надлежащего контакта между блоками основания и строительным раствором.
2. При помощи болтов зафиксируйте лапы двигателя на основании.
3. Для точного выравнивания по вертикали разместите между поверхностью основания и лапами электродвигателя прокладки различной толщины (общая толщина приблизительно 2 мм).
4. Чтобы обеспечить центрирование болтов относительно отверстия в лапах двигателей, используйте металлический или картонный лист в качестве уплотнителя — это позволит выполнить точное выравнивание по горизонтали позже.

5. Установите прокладки или регулировочные болты на блоки основания, чтобы обеспечить надлежащее выравнивание электродвигателя по горизонтали и относительно приводимого механизма. После нанесения строительного раствора необходимо тщательно проследить за выравниванием. Небольшие неровности можно подкорректировать при помощи шайб или уплотнителей из металлического листа, а также путем регулировки зазора крепежных болтов.
6. Надежно заверните крепежные винты. Убедитесь, что опорные поверхности ножек двигателя находятся на одном и том же уровне, не создавая перекоса корпуса.

Для точной фиксации по окончании проверки установите два конических штифта.

#### 4.8.3.2 Скользящее основание

Если электродвигатель оборудован приводом с ременной передачей, то его необходимо установить на скользящем основании (рельсах), и нижняя часть ремня должна быть натянута.

Ближайший к ведущему шкиву рельс должен быть установлен таким образом, чтобы регулировочный болт располагался между двигателем и приводимым механизмом. Шляпка регулировочного болта второго рельса должна быть направлена в противоположную сторону, как показано на Рис. 4.8. Электродвигатель крепится к рельсам при помощи болтов, а затем ставится на основание.

Затем ведущий шкив выравнивается таким образом, чтобы его центр находился в той же плоскости, что и центр ведомого шкива, а также чтобы вал двигателя был параллелен валу привода.

Ремень не должен чрезмерно натягиваться. После завершения регулировки рельсы закрепляются на основании.

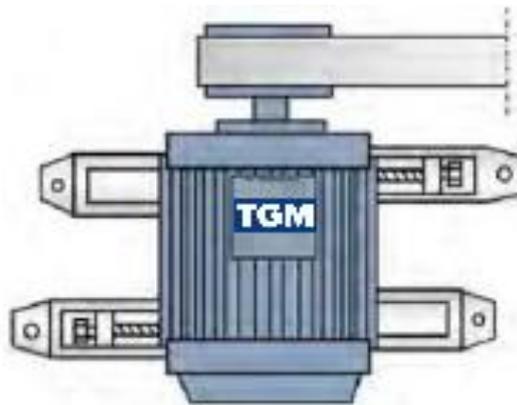


Рис.4.8. Скользящее основание

#### 4.8.3.3 Металлическое основание

Во избежание деформации корпуса электродвигатель должен находиться на нем в строго горизонтальном положении. Небольшие неровности опорной поверхности, к которой крепятся ножки двигателя, можно устранить при помощи прокладок (рекомендуемая суммарная толщина – не более 2 мм).

Для выравнивания по горизонтали запрещается снимать устройства с общего основания.

Основание необходимо выровнять на опорной плите при помощи брускового уровня или других уровней.

При использовании металлического основания для выравнивания по высоте торца вала электродвигателя и торца вала приводимого механизма последний должен быть предварительно выровнен на бетонном основании.

После выравнивания основания следует затянуть анкерные болты и проверить состояние соединительных муфт, после чего металлическое основание и анкерные болты покрываются цементным раствором.

#### 4.8.3.4 Анкерные болты

Анкерные болты — это приспособления для крепления электродвигателя с гибкими муфтами напрямую к фундаменту. Этот тип соединения отличается отсутствием нагрузки на подшипники.

Анкерные болты не должны быть покрашены или иметь следы ржавчины, так как это отрицательно скажется на их сцеплении с бетоном и ослабит контакт.

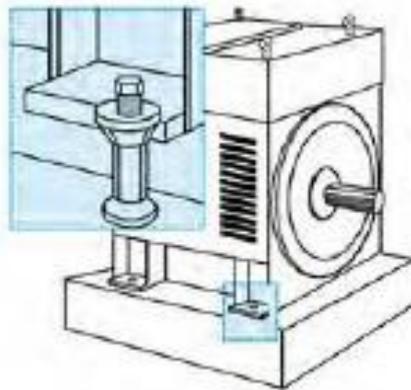


Рис. 4.9. Анкерные болты

#### 4.8.4 Комплект анкерной пластины

Комплект анкерной пластины состоит из самой анкерной пластины, регулировочных болтов, регулировочных прокладок, выравнивающих болтов и анкерных болтов.

##### Примечание

При включении анкерной пластины для крепления и выравнивания электродвигателя в комплект поставки вся информация по размерам и установке анкерной пластины приводится в габаритном чертеже электродвигателя.

Ответственность за крепление, выравнивание и покрытие строительным раствором анкерной пластины (если в договоре на покупку не указано иное) ложится на заказчика.

Необходимый момент затяжки анкерных болтов указан в Табл. 4.7.

Табл. 4.7. Момент затяжки анкерных болтов.

Типоразмер	Момент затяжки без смазки (Н·м)	Момент затяжки со смазкой Molykote (Н·м)
M30	710	470
M36	1230	820
M42	1970	1300
M48	2960	1950

После завершения установки электродвигателя следует выполнить окончательное выравнивание по горизонтали с помощью выравнивающих болтов и регулировочных шайб.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Во время нанесения строительного раствора на анкерную пластину и анкерные болты защитите все резьбовые отверстия от проникновения раствора.

#### **4.8.5 Частота собственных колебаний.**

Для обеспечения безопасной работы электродвигатель должен быть выровнен относительно вспомогательного оборудования, а также должным образом сбалансирован.

Основание для установки электродвигателя должно быть ровным и соответствовать требованиям стандарта DIN 4024-1.

Для проверки соответствия требованиям стандарта необходимо проверить следующие потенциальные частоты возбуждения колебаний, создаваемых электродвигателем и подключенным к нему механизмом:

- Частота вращения электродвигателя.
- Удвоенная частота вращения электродвигателя.
- Удвоенная частота напряжения питания электродвигателя.

В соответствии с требованиями стандарта DIN 4024-1 соотношение частот собственных колебаний основания или фундамента и этих потенциальных частот возбуждения должны удовлетворять следующим условиям:

- Первая частота собственных колебаний основания или фундамента (частота собственных колебаний основания первого порядка) должна отличаться в диапазоне от 0,8 до 1,25 раз от любой потенциальной частоты возбуждения из вышеперечисленных.
- Другие частоты собственных колебаний основания или фундамента должны отличаться в диапазоне от 0,9 до 1,1 раз от любой потенциальной частоты из вышеперечисленных.

#### **4.8.6 Выравнивание**

Электродвигатель должен быть размещен на поверхности, неровность которой не превышает **0,08 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.

### Примечание

Не менее 75 % опорной поверхности лап электродвигателя должны быть размещены на основании.

### 4.8.7 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 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.

Валы электродвигателя и приводимого механизма должны совпадать как в осевом, так и в радиальном направлении, как показано на Рис. 4.10 и на Рис. 4.11.

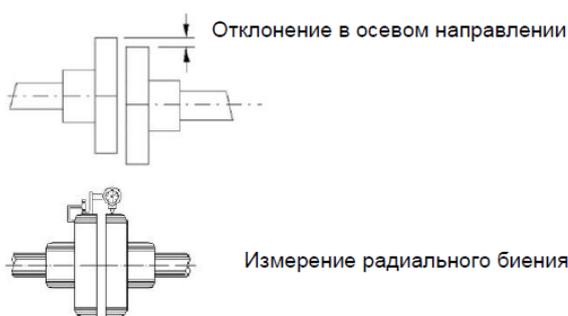


Рис. 4.10. Регулировка соосности

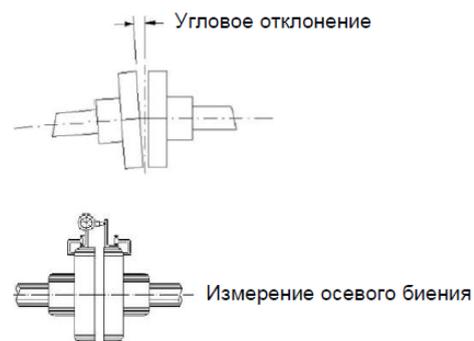


Рис. 4.11. Угловое выравнивание

Измерение проводится в четырех точках, отстоящих друг от друга на 90°, причем обе полумуфты должны вращаться с одинаковой частотой, чтобы устранить возможное влияние неровностей опорной поверхности на измерительный наконечник циферблатного индикатора.

Если в качестве верхней вертикальной точки выбрать 0°, то величина отклонения осей в вертикальном направлении будет равняться половине разницы показаний циферблатного индикатора в точках 0° и 180°. В случае обнаружения отклонения его следует устранить с помощью регулировочных прокладок.

Величина отклонения в горизонтальном направлении равняется половине разницы показаний циферблатного индикатора в точках 90° и 270°. Данное отклонение следует устранить, сместив электродвигатель в нужном направлении. Величина максимального углового отклонения равна половине разницы между показаниями циферблатного индикатора за один полный оборот.

С помощью данных измерений можно определить, необходимо поднять или опустить электродвигатель, либо сместить его влево или вправо со стороны привода, чтобы устранить нарушение соосности.

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.**

#### 4.8.8 Соединение штифтами

После завершения регулировки соосности (**как в холодном, так и в нагретом состоянии**) электродвигатель следует закрепить на анкерной плите или на основании, как показано на Рис. 4.12.

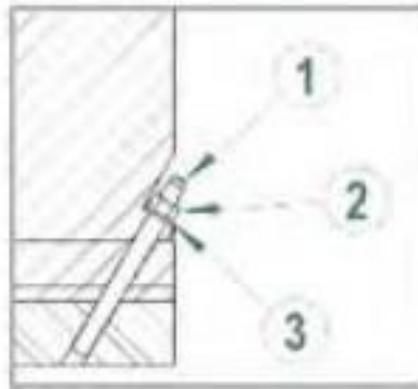


Рис. 4.12. Комплект соединительного штифта

**Условные обозначения к Рис. 4.12:**

1. Соединительный штифт (поставляется отдельно).
2. Гайка (поставляется отдельно).
3. Шайба (поставляется отдельно).

#### Примечание

Для крепления штифтами в корпусе электродвигателя имеются заготовки под отверстия диаметром 9 мм, которые сначала нужно расширить до 11,5 мм, а затем обработать конической разверткой 1:50 до диаметра 12 мм.

#### 4.8.9 Сцепление

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.

### **ВНИМАНИЕ!**

Штифты, гайки, шайбы и регулировочные шайбы поставляются в комплекте электродвигателя, если указаны в заказе на поставку.

### **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.

#### **4.8.9.1 Прямое сцепление**

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.

### **ВНИМАНИЕ!**

Тщательно отрегулируйте оба конца вала и по возможности используйте эластичную муфту, оставляя минимальный зазор (E) 3 мм между муфтами, как показано на Рис. 4.13.

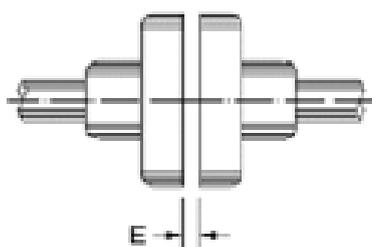


Рис. 4.13. Осевой зазор сцепления (E)

#### **4.8.9.2 Сцепление 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.

#### 4.8.9.3 Ременная передача

Ременная передача чаще всего используется в том случае, когда необходимо обеспечить определенное отношение скоростей. Соединительные устройства должны выдерживать радиальные и осевые вибрации, возникающие в процессе работы. Следует проявлять особую осторожность во избежание превышения допустимых пределов нагрузки и частоты вращения, приведенных в каталогах.

**УСТАНОВКА ШКИВОВ.** При установке шкивов на валы, оснащенные шпоночной канавкой и резьбовым отверстием, необходимо надвинуть шкив на половину длины шпоночной канавки усилием от руки.

На валах без резьбового отверстия рекомендуется нагреть шкив до температуры приблизительно 80 °С.

Соединительные устройства должны выдерживать радиальные и осевые вибрации, возникающие в процессе работы. Следует проявлять особую осторожность во избежание превышения допустимых пределов нагрузки и частоты вращения, приведенных в каталогах.

**ДЕМОНТАЖ ШКИВОВ.** Для демонтажа шкивов рекомендуется использовать устройства, показанные на рис. 4.15, чтобы не повредить поверхности шпонки и вала.

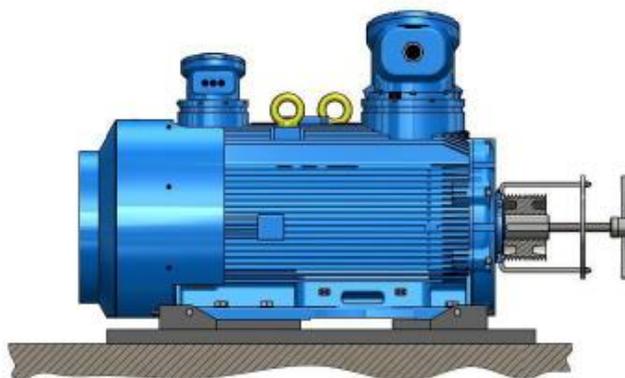


Рис. 4.15. Разборка шкивов

При установке шкивов не использовать молотки. Правильное положение шкива показано на рис. 4.16.

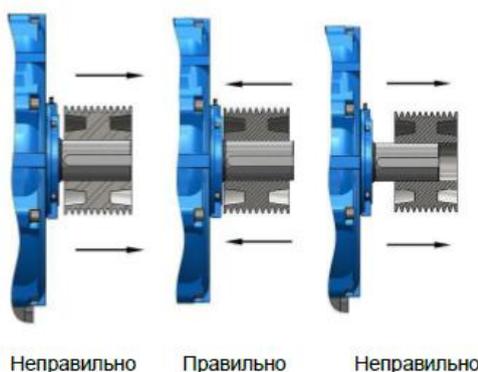


Рис. 4.16. Правильная сборка шкивов

### ВНИМАНИЕ!

Во время монтажа и демонтажа шкива запрещается прикладывать усилие или ударять по подшипникам.

В случае ременного сцепления на ремни может оказывать влияние электростатический разряд.

**РАБОТА.** Следует избегать ненужного давления на подшипники за счет обеспечения параллельности валов и идеального центрирования шкивов (рис. 4.17).

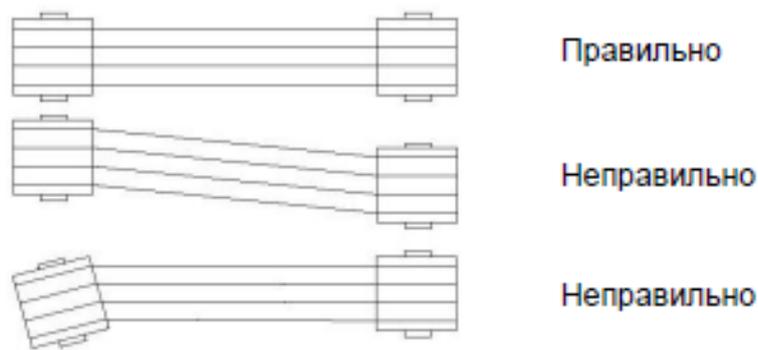


Рис. 4.17. Правильное центрирование шкива

Натяжение ремня требуется только для избежания проскальзывания ремня во время работы (см. рис. 4.18).

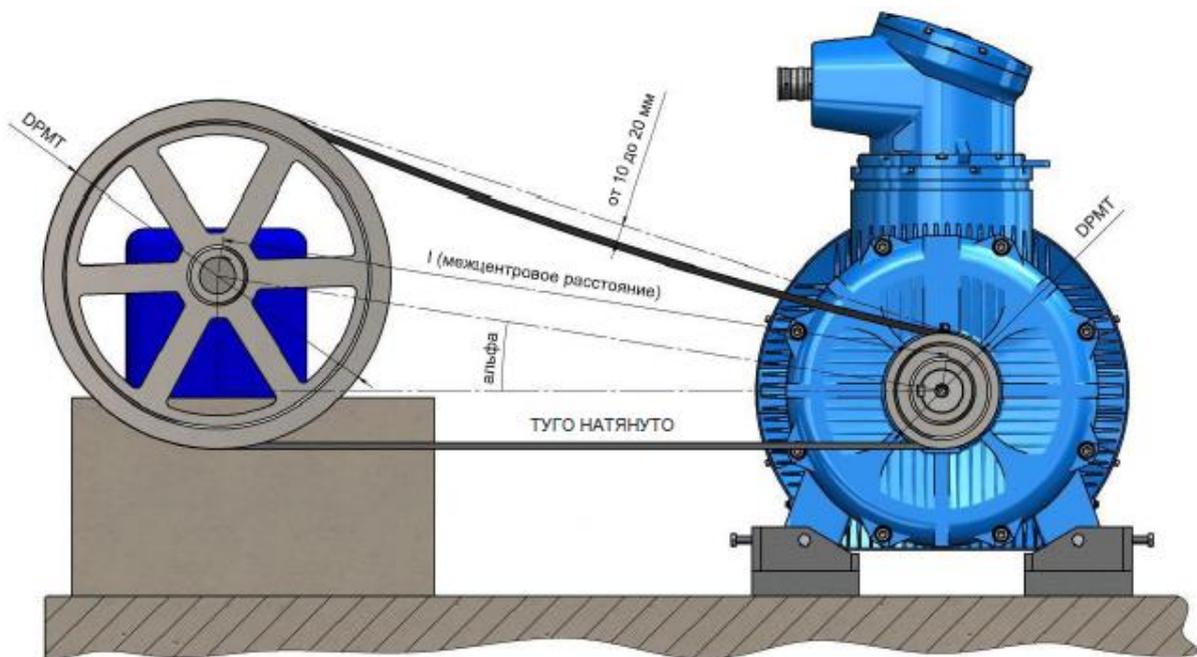


Рис. 4.18. Натяжение ремня

### Примечание

Ремень с чрезмерным натяжением повышает усилие, действующее на вал, приводя к вибрациям и усталости, что, в свою очередь, приводит к возможному обрыву вала.

### ВНИМАНИЕ!

Чрезмерное натяжение ремня может привести к повреждению подшипника и обрыву вала.

**НАТЯЖЕНИЕ РЕМНЯ** Как правило, надлежащее натяжение ремня должно быть минимально возможным, при котором не будет наблюдаться проскальзывание ремня в условиях максимальных нагрузок.

Поддержание надлежащего натяжения ремня является очень важным фактором. Если натяжение слишком большое, привод может перегрузить подшипники и привести к нарушению центровки валов. Натяжение ремня должно измеряться динамометром.

Во время первых часов работы необходимо регулярно контролировать ремень.

Правильного натяжения привода можно достигнуть, если натяжение ремня, его установка и проверка осуществляются с использованием следующих методов.

### ИЗМЕРЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ РЕМНЯ МЕТОДОМ ПРОГИБА

Метод прогиба с усилием — натяжение ремня определяется тензиометром или любым другим измерительным прибором динамометрического типа, путем измерения требуемого усилия прогиба центра заданного расстояния ремня. Тензиометры можно приобрести у производителей или дистрибьютеров ремней.

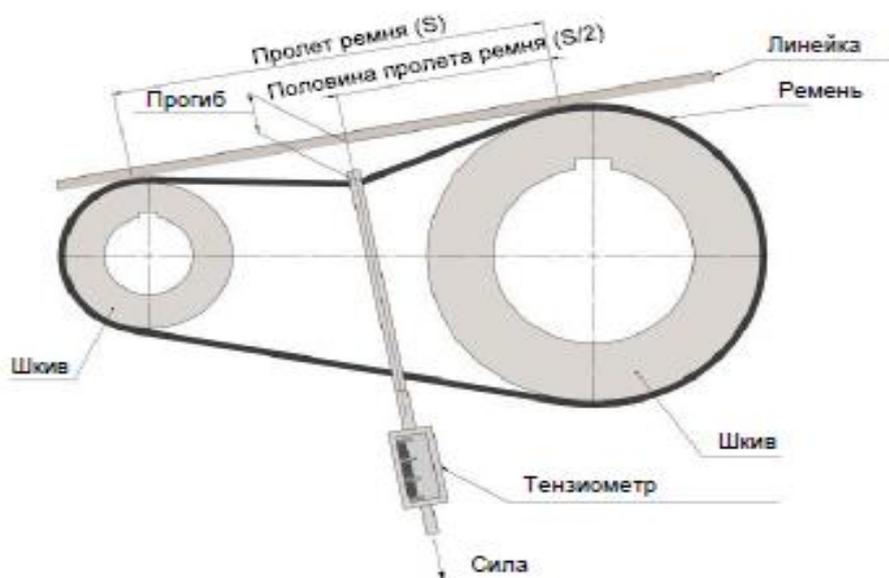


Рис. 4.19. Длина пролета ремня

Используя тензиометр или любой другой измерительный прибор динамометрического типа, нажать противоположный конец оборудования в центральной точке пролета ремня и приложить к оборудованию усилие, чтобы получить требуемый прогиб ремня 0,4 мм для каждых 26 мм пролета ремня. Например, если длина пролета составляет 1000 мм (1 м), требуемый прогиб ремня равен 16 мм.

Для передачи с одним ремнем прогиб, измеренный тензиометром, должен быть на одной линии с нижней частью прямой кромки, расположенной на наружных диаметрах двух блоков шкивов. Для передачи с несколькими ремнями прогиб ремня должен быть на одной линии с верхней частью следующего ремня. Считать показания с каждого ремня для вычисления среднего значения.

Инструкции по работе с тензиометром и измерению натяжения ремня поставляются вместе с оборудованием, они очень просты и позволяют монтажным организациям и конечным

пользователям выполнять правильную регулировку натяжения ремня с учетом рекомендаций производителей оборудования.

### ИЗМЕРЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ РЕМНЯ ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ

Для измерения вибрации пролета ремня используется электронный тензиометр, который мгновенно преобразует частоту вибрации в статическое натяжение ремня. Путем измерения собственной частоты натянутого ремня можно рассчитать натяжение ремня.

Для определения состояния ремня, усилия, полученного методом прогиба или частотным методом, должны быть сравнены со значениями рекомендованных усилий натяжения из таблиц производителей ремней.

Следует избегать очень маленьких шкивов, они могут вызвать изгиб вала, так как чем меньше размер шкива, тем больше тяга приводного ремня.

Из-за существующего натяжения ремней имеется противодействие, действующее как радиальная нагрузка на конец вала двигателя.

Данные для расчета такой реакции (радиального усилия):

- передаваемая выходная мощность [кВт] (P);
- скорость двигателя [об/мин] (RPM);
- диаметр ведомого шкива [мм] (DPMV);
- диаметр ведущего шкива [мм] (DPMT);
- расстояние между центрами [мм] (I);
- коэффициент трения [-] (MI) — (как правило, 0,5);
- коэффициент проскальзывания [-] (K);
- угол контакта ремня на маленьком шкиве [рад] (альфа);
- радиальное усилие, прикладываемое к концу вала [Н] (FR).

$$\alpha = \pi - \left( \frac{DPMV - DPMT}{I} \right)$$

$$K = 1.1 \times \left[ \frac{e^{(MI \times \alpha)} + 1}{e^{(MI \times \alpha)} - 1} \right]$$

$$FR = \frac{18836,25 \times N}{DPMT \times RPM} \times \frac{\sqrt{K^2 \times [1 - \cos(\alpha)] + 1.21 \times [1 + \cos(\alpha)]}}{2}$$

#### Примечание

Это общий расчет. Для получения точного значения необходимо обратиться к производителю.

#### 4.8.9.4 Сцепление электродвигателей, оборудованных подшипниками скольжения.

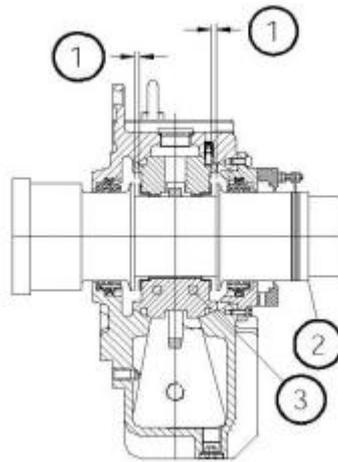


Рис. 4.20. Подшипник скольжения

**Условные обозначения к Рис. 4.20:**

1. Осевой зазор.
2. Вал.
3. Вкладыш подшипника

**ВНИМАНИЕ!**

Электродвигатели, оборудованные подшипниками скольжения, должны сцепляться с приводимым механизмом посредством жесткой муфты или редуктора. Данный тип подшипников исключает сцепление посредством ременной передачи.

При установке соединительной муфты электродвигателя следует принимать во внимание следующие факторы:

- Осевой зазор подшипника.
- Осевое смещение двигателя (если применимо).
- Максимальный осевой зазор, допускаемый муфтой.

**ВНИМАНИЕ!**

- Измерьте осевой зазор, выдвинув вал до упора.
- Тщательно выровняйте торцы валов относительно друг друга и по возможности используйте гибкую муфту, оставляя между муфтами минимальный зазор от 3 до 4 мм.

Если нет возможности выдвинуть вал, то необходимо учесть положение вала, ход вала вперед (согласно меткам, нанесенным на вал), а также осевой зазор, рекомендованный для муфты.

- Перед запуском необходимо убедиться, что вал электродвигателя свободно перемещается по оси в пределах вышеупомянутых зазоров.
- В процессе эксплуатации следить за тем, чтобы ротор находился в своем магнитном центре.

**ВНИМАНИЕ!**

Подшипники скольжения, использованные в данном электродвигателе, не рассчитаны на постоянное воздействие осевых нагрузок; в связи с этим не допускается продолжительная эксплуатация электродвигателя, когда подшипники подвергаются воздействию осевых

нагрузок.

Продолжительная эксплуатация электродвигателя под воздействием осевых и (или) радиальных усилий на подшипники допускается при соблюдении требований, изложенных в документации на изделие.

#### **ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА**

Дополнительная информация по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию гидравлической установки (при наличии), содержится на размерном чертеже электродвигателя и в специальном руководстве на данное оборудование.

## 5. ЗАПУСК

### 5.1 Запуск напрямую от сети

Это самый простой и наиболее экономичный метод; тем не менее, его можно использовать только в тех случаях, когда пусковой ток не оказывает влияния на электросеть.

Следует помнить, что пусковой ток двигателя может в 6—7 раз превышать номинальное значение тока. В связи с этим следует обеспечить защиту других потребителей от данного тока ( $I_p$ ), который может стать причиной значительного падения напряжения в электросети.

Этого можно избежать при выполнении одного из следующих трех условий:

1. Если электросеть достаточно устойчивая, а ток двигателя пренебрежимо мал по сравнению с мощностью электросети.
2. Запуск двигателя всегда производится без нагрузки, в результате чего сокращается время пуска и, соответственно, продолжительность пускового тока, снижается моментальное падение напряжения, что допустимо для остальных потребителей электросети.
3. Когда прямой запуск от сети официально разрешен местным поставщиком электроэнергии.

Высокий пусковой ток двигателя может привести к следующим неблагоприятным последствиям:

- a. Значительное падение напряжения в системе электроснабжения может вызвать перебои в работе оборудования, подключенного к данной системе.
- b. Необходимость использования систем защиты (кабели, пускатели), рассчитанных на большую нагрузку, что увеличивает стоимость установки.

#### Примечание

В некоторых случаях поставщики электроснабжения предусматривают наложение штрафов при превышении допустимого падения напряжения в электросети.

### 5.2 Частота прямых запусков

Поскольку асинхронные электродвигатели обладают достаточно большим пусковым током, то за время, необходимое для разгона нагрузок с большой инерцией, происходит быстрый рост температуры электродвигателя. Если между последовательными прямыми запусками проходит слишком мало времени, то температура обмотки быстро возрастает, что снижает срок ее эксплуатации или даже может привести к ее перегоранию. В стандартах NBR 17094 и МЭК 60034-1 определены два минимальных режима пуска, которые электродвигатели обязаны поддерживать:

- a. Два последовательных пуска: первый осуществляется на холодном двигателе, т. е. температура его обмоток была равна температуре окружающей среды, а второй пуск выполняется непосредственно за первым, но только после полной остановки двигателя.
- b. Второй запуск осуществляется на нагретом двигателе, то есть, когда температура его обмоток равна рабочей температуре.

Первый режим соответствует ситуации, когда пуск электродвигателя отменен, например, из-

за срабатывания защиты и разрешен немедленный повторный пуск двигателя.

Второй режим соответствует ситуации случайного отключения электродвигателя при его нормальной работе, например, из-за прекращения электроснабжения, и перезапуск двигателя разрешен сразу же после восстановления питания.

#### **Примечание**

Специальные условия пуска перечислены в соответствующей документации на электродвигатель, и с ними необходимо ознакомиться до проведения запуска.

### **5.3 Ток заблокированного ротора**

На паспортной табличке электродвигателя указано значение параметра  $I_P/I_n$ , представляющего собой соотношение пускового тока и номинального тока электродвигателя.

### **5.4 Запуск при сниженном токе**

Если прямой пуск от электросети невозможен, можно использовать следующие системы запуска с целью снижения пускового тока:

- Пускатель с переключением со звезды на треугольник.
- Пускатель с последовательно-параллельным переключением обмоток.
- Пусковой автотрансформатор.
- Статический или плавный пускатель.
- Преобразователь частоты.

## 6. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Кроме обычных процедур при первом запуске электродвигателя или после длительного простоя необходимо соблюсти ряд дополнительных требований.

### **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.

### 6.1 Предварительный осмотр

1. Перед первым запуском электродвигателя или после длительного простоя следует проверить следующее:
2. Проверьте, все ли крепежные болты двигателя затянуты надлежащим образом.
3. Измерьте сопротивление изоляции обмоток и убедитесь, что оно соответствует заданным значениям.
4. Убедитесь в отсутствии на электродвигателе загрязнений, а также уберите упаковку, измерительные инструменты и устройства для выравнивания с территории расположения двигателя.
5. Проверьте состояние деталей муфты сцепления, плотность затяжки компонентов и при необходимости наличие смазки.
6. Убедитесь, что электродвигатель должным образом выровнен.
7. Проконтролируйте качество смазки подшипников. Тип смазки должен соответствовать указанному на паспортной табличке.
8. Проверьте уровень масла (для двигателей с подшипниками, смазываемыми жидким маслом). Давление и расход масла в системе принудительной смазки подшипников должны соответствовать значениям, указанным на их паспортной табличке.
9. Проверьте кабельные подключения вспомогательного оборудования (устройств тепловой защиты, устройств заземления, обогревателей и т. д.).
10. Убедитесь, что электрические соединения выполнены в соответствии со схемой подключения электродвигателя.
11. Убедитесь, что электродвигатель надлежащим образом заземлен.
12. Кабели, подключенные к главным клеммам статора и ротора, должны быть должным образом закручены, чтобы избежать короткого замыкания или случайного отсоединения.
13. Произведите осмотр системы охлаждения. Для электродвигателей с водяным охлаждением проверьте систему циркуляции воды в радиаторе. Для электродвигателей

с принудительной вентиляцией проверьте направление вращения вентиляторов.

14. Отверстия для входа и выхода воздуха (при наличии) не должны быть закрыты.
15. Все подвижные части электродвигателя должны быть обеспечены защитой от несчастных случаев.
16. Крышка клеммной коробки должна быть надежно закреплена.
17. Убедитесь, что напряжение и частота питания соответствуют параметрам на паспортной табличке электродвигателя.
18. Убедитесь в работоспособности устройств защиты от обратного хода (при наличии).

## 6.2 Первый запуск

### 6.2.1 Процедура запуска

После проведения всех предварительных проверок выполните по порядку приведенные указания для первого запуска электродвигателя, не сцепленного с приводимым механизмом:

1. Выключите обогреватель.
2. Настройте защитные устройства на панели управления.
3. Проверьте уровень масла (для двигателей с подшипниками, смазываемыми жидким маслом).
4. Для подшипников с принудительной смазкой включите систему циркуляции масла и проверьте его уровень, расход и давление: они должны соответствовать информации, приведенной на паспортной табличке.
5. 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.
6. Запустите систему охлаждения технической водой, проверяя значения расхода и давления (для электродвигателей с воздушно-водяным теплообменником).
7. Включите вентиляторы (для электродвигателей с принудительной вентиляцией).
8. Включите систему впрыска масла под высоким давлением (при наличии) и держите включенной в соответствии с информацией из технической документации электродвигателя до момента, пока подшипники не начнут смазываться самостоятельно.
9. Медленно поверните вал двигателя, чтобы проверить, что он свободно крутится без каких-либо необычных шумов.
10. После надлежащего 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.
12. Проверьте направление вращения, не сцепляя электродвигатель с приводимым механизмом.
13. Для изменения направления вращения необходимо поменять местами любые две фазы.

## **ВНИМАНИЕ!**

Для изменения направления вращения электродвигателя с одним направлением вращения свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

1. Поддерживайте номинальную частоту вращения двигателя и записывайте значения температуры подшипников каждую минуту, пока она не стабилизируется. Любые колебания или непрерывный рост температуры подшипников указывают на неисправность смазочной системы или проблемы с трущимися поверхностями подшипников.
2. Отслеживайте температуру, уровень масла в подшипниках и уровень вибрации. При значительных колебаниях любого параметра прервите процедуру запуска электродвигателя, определите возможные причины и внесите необходимые корректировки.
3. Когда температура подшипников стабилизируется, можно приступить к эксплуатации двигателя.

## **ВНИМАНИЕ!**

Ненадлежащее выполнение процедур, описанных в Подразделе 6.2, может ухудшить характеристики производительности электродвигателя либо привести к его повреждению или даже перегоранию, а также к аннулированию гарантии.

### **6.3 Эксплуатация**

Процедура эксплуатации может сильно варьироваться в зависимости от области применения электродвигателя и типа используемого управляющего оборудования.

В настоящем руководстве приводятся общие процедуры эксплуатации. Процедуры работы системы управления приведены в руководстве на соответствующее оборудование.

#### **6.3.1 Общие положения**

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

- Включите двигатель, сцепленный 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.
- Измерьте потребляемый ток и сравните полученные показания со значением, выделенным зеленым цветом в паспортной табличке.
- При продолжительной работе без изменения нагрузки измеренное значение силы тока не должно превышать указанного в паспортной табличке значения, умноженного на эксплуатационный коэффициент.
- Пользователь должен постоянно вести наблюдение за показаниями устройств и приборов измерения и контроля с целью обнаружения любых случайных отклонений, определения их причин и принятия мер для их устранения.

### 6.3.2 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 зависит от нагрузки, в связи с чем в процессе работы электродвигателя также необходимо постоянно отслеживать его нагрузку.

### 6.3.3 Подшипники

При запуске системы, а также в течение первых часов ее 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.
- 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 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.

#### 6.3.3.1 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. Выполнение следующей инструкции обязательно:

#### **ВНИМАНИЕ!**

Система впрыска масла под высоким давлением должна быть включена до запуска и во время процедуры останова двигателя, в соответствии с указаниями в технической документации.

### 6.3.4 Радиаторы

В процессе эксплуатации электродвигателя с воздушно-водяным теплообменником необходимо:

- Отслеживать температуру на впускном и выпускном отверстиях радиатора и при необходимости корректировать расход воды.
- Корректировать давление воды, чтобы оно не превышало значения, необходимого для преодоления сопротивления трубопровода и компонентов радиатора.
- С целью контроля работы двигателя рекомендуется установить термометры на входных и выходных отверстиях радиатора для газа и воздуха, и записывать их показания через определенные временные интервалы.
- При установке термометров можно также поставить в определенных местах записывающие или сигнальные устройства (сирены, сигнальные лампы).

#### 6.3.4.1 Проверка производительности радиатора

- Для контроля оборудования в процессе эксплуатации рекомендуется периодически измерять и записывать в специальном журнале учета значения температуры воды и воздуха на входе и выходе радиатора;
- Производительность радиатора выражается разницей температур холодной воды и холодного воздуха в процессе нормальной эксплуатации. Величину этой разницы следует периодически проверять. При увеличении разницы температур после длительной эксплуатации следует проверить, не нуждается ли радиатор в очистке.
- 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.
- Перепад давления воды можно считать индикатором того, что его необходимо почистить.
- Рекомендуется измерять и записывать величину разницы давлений воды на входе и выходе радиатора. Периодически сравнивайте новые значения давления с измеренными ранее и прочистите радиатор в случае увеличения разницы давлений.

#### 6.3.5 Вибрация

Электродвигатели отбалансированы на заводе-изготовителе в соответствии с требованиями по допустимому уровню вибрации стандартов МЭК 60034-14, NEMA MG1 (Часть 7) и NBR 11390 (за исключением случаев, когда в договоре на покупку указаны другие значения).

Измерение уровня вибрации проводится на подшипниках со стороны крыльчатки и со стороны привода по вертикали, горизонтали и в направлении оси. Если заказчик предварительно отправляет компании Техногрупп полумуфту, то двигатель балансируется с установленной на вал полумуфтой. В противном случае в соответствии с указанными выше стандартами двигатель балансируется с установленной полушпонкой (в процессе балансировки в шпоночный паз вставляется стержень той же ширины, толщины и высоты, что и сам паз). Максимальные уровни вибрации для электродвигателей, на которые ориентируется компания Техногрупп, приведены в Табл. 6.1. Эти значения носят общий справочный характер, и всегда необходимо принимать во внимание конкретные условия эксплуатации.

Табл. 6.1. Вибрация (среднеквадратичные значения)

Номинальная частота вращения (об/мин)	Уровень вибрации (мм/с, среднеквадратичное значение)			
	Корпус	<355	от 355 до 560	>630
$600 \leq n \leq 1800$	Аварийный сигнал	4,5	4,5	5,5
	Аварийное отключение	7,0	7,0	8,0
$1800 \leq n \leq 3600$	Аварийный сигнал	3,5	4,5	5,5
	Аварийное отключение	5,5	6,5	7,5

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. 6.1, может привести к преждевременному выходу из строя и (или) снижению показателей его производительности.

### 3.6 Предельные уровни вибрации вала

В двигателях, оборудованных датчиками зазора (или которые планируется вскоре ими оборудовать), на поверхности вала, соприкасающиеся с подшипниками, нанесено специальное покрытие, обеспечивающее правильное измерение уровней вибрации вала.

Уровень вибрации вала таких двигателей должен соответствовать требованиям стандарта МЭК 60034-14 или NEMA MG 1. Значения срабатывания аварийного сигнала и аварийного отключения, приведенные в Табл. 6.2, представляют собой допустимые уровни вибрации вала для электроприводных установок в соответствии со стандартом ИСО 7919-3.

Эти значения носят общий справочный характер, и всегда необходимо принимать во внимание конкретные условия эксплуатации — это в особенности касается диаметрального зазора между валом и подшипниками.

Табл. 6.2. Вибрация вала

Номинальная частота вращения (об/мин)	Вибрация вала (амплитуда вибрации, мкм)			
	Корпус	280 и 315	от 355 до 450	>450
1800	Аварийный сигнал	110	130	150
	Аварийное отключение	140	160	190
3600	Аварийный сигнал	85	100	120
	Аварийное отключение	100	120	150

## **ВНИМАНИЕ!**

Эксплуатация электродвигателя при уровне вибрации, близком к значению срабатывания аварийного сигнала или 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.

### **6.3.7 Отключение**

Для отключения электродвигателя выполните следующие указания:

- По возможности уменьшите нагрузку, создаваемую приводимым оборудованием.
- Переведите главный выключатель в открытое положение.
- Включите систему впрыска масла под высоким давлением (при наличии). После полной остановки двигателя.
- Выключите систему впрыска масла под высоким давлением (при наличии).
- Выключите систему циркуляции масла в подшипниках (при наличии).
- Выключите блок гидравлики (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.

## 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 7.1 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.
- Производите осмотр системы охлаждения.
- Проверяйте оборудование, используемое совместно с электродвигателем.
- Проверяйте работоспособность всего вспомогательного оборудования, защитных устройств и соединений.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Невыполнение перечисленных в Подразделе 7.1 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».

### 7.2 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 подходящем растворителе 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.

## 7.3 Техническое обслуживание обмоток

Для более успешной работы и долгого срока службы электродвигателя его обмотки следует ежегодно проверять и чистить.

### 7.3.1 Проверка обмоток

Каждый год обмотки подлежат 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 и после продолжительного простоя двигателя.

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

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

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.

### 7.3.2 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 пропитки обмоток обращайтесь в компанию Техногрупп.

Очистка обмоток должна производиться с использованием промышленного пылесоса с тонкой неметаллической насадкой или обычной сухой ткани. Для удаления сильных загрязнений может понадобиться применение подходящего растворителя. Очистка растворителем должна производиться быстро во избежание его воздействия на обмотку.

После очистки с применением растворителя обмотки следует тщательно просушить.

Для оценки состояния изоляции обмотки измерьте ее сопротивление и индекс поляризации. Время просушивания обмотки после очистки зависит от климатических условий, а именно температуры, влажности и т. д.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Большинство применяемых в настоящее время растворителей являются высокотоксичными и (или) горючими жидкостями.

Запрещается использовать растворители для очистки прямых частей катушек высоковольтных электродвигателей, так как это может привести к нарушению защиты от коронного разряда.

### 7.3.3 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 свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».
- Убедитесь, что все кабели правильно подсоединены, а клеммные соединения хорошо закреплены. При необходимости закрутите их сильнее.

### 7.3.4 Повторная пропитка

Если в ходе очистки или осмотра будет поврежден любой слой смоляной изоляции обмоток, то такие повреждения требуют ремонта с использованием соответствующего материала (в таких случаях просим обращаться в компанию Техногрупп).

### 7.3.5 Сопротивление изоляции

По завершению всех процедур технического обслуживания необходимо провести измерение сопротивления изоляции.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Перед возвращением электродвигателя в эксплуатацию необходимо измерить сопротивление изоляции обмоток и убедиться, что измеренные значения удовлетворяют требованиям.

### 7.4 Техническое обслуживание системы охлаждения

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. Очистку устройств глушения шума (при наличии) можно проводить с помощью сухого сжатого воздуха.

#### **ВНИМАНИЕ!**

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

Для воздушно-водяных теплообменников (IC81W) необходимо регулярно чистить трубы радиатора по мере необходимости для удаления образовавшегося налета, в соответствии с Подразделом 7.5.

В электродвигателях открытого типа (IC01) воздушные фильтры 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.

### 7.5 Техническое обслуживание радиатора

Степень загрязнения радиатора можно определить по увеличению температуры на отверстии 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.

### 7.5.1 Инструкции по извлечению и техническому обслуживанию радиатора.

Для извлечения радиатора с целью технического обслуживания выполните следующие инструкции:

1. После выключения вентиляции, перекройте все клапаны подачи и слива воды.
2. Извлеките из сливного отверстия пробки и слейте всю воду.
3. Открутите головки радиатора, поместив болты, гайки, шайбы и уплотнители (прокладки) в надежное место.
4. 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.
5. Установите на место головки, при необходимости замените прокладки.

### 7.5.2 Защитные аноды

Защитные аноды используются в радиаторах, работающих на морской воде. Необходимо проводить 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.

### 7.6 Вибрация

При обнаружении любого увеличения дисбаланса или вибрации необходимо незамедлительно выяснить причину.

### 7.7 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.

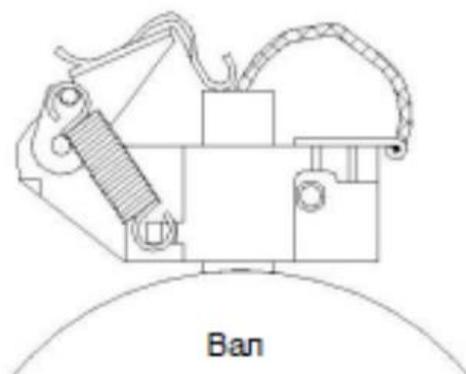


Рис. 7.1. Заземляющая щетка вала

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.

## 7.8 Техническое обслуживание подшипников

### 7.8.1 Подшипники качения с консистентной смазкой

Данные о подшипнике, количестве и типе применяемой смазки, а также интервалы смазки указаны в данном руководстве ниже в таблицах, или на крепящейся к двигателю паспортной табличке. Смазку подшипников следует проводить ежегодно или в соответствии с интервалом, указанным на паспортной табличке подшипника. Из двух интервалов выбирается наименьший. Если информация на табличке отсутствует или невозможно разглядеть, необходимо следовать данной таблице 7.0.

Табл. 7.0. Таблица периодичности пополнения смазки с пополнением смазки через ниппель

Типоразмер	Количество смазки на подшипник при пополнении, г	Периодичность пополнения смазки в часах эксплуатации при номинальной частоте вращения, об/мин			
		3000	1500	1000	600—750
132	15-20	10000	18000	22000	24000
160	25-30	9000	16000	20000	22000
180	30-40	7000	15000	19000	21000
200	40-50	6000	12000	16000	20000
225	50-60	5000	11000	15000	19000
250	60-70	4000	10000	14000	18000
280	70-80	3500	9000	13000	17000
315	90-100	3500	7500	11000	15000
355	110-130	2000	5500	10000	12000

Интервал смазки указан для рабочей температуры подшипников 70 °С.

В зависимости от фактического диапазона рабочей температуры, значения которых приведены в Табл. 7.1, к указанной периодичности смазки следует применить соответствующий поправочный коэффициент.

Табл. 7.1. Поправочные коэффициенты для интервала смазки

Рабочая температура подшипников	Поправочный коэффициент
Ниже 60 °С	1,59
От 70 до 80 °С	0,63
От 80 до 90 °С	0,40
От 90 до 100 °С	0,25
От 100 до 110 °С	0,16

### 7.8.1.1 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.

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.

### 7.8.1.2 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, пока из сливного отверстия не начнет выходить смазка, либо пока не будет введено достаточное количество смазки в соответствии с данными Табл. 7.3.
4. Не выключайте двигатель, пока все излишки смазки не будут выведены через сливное отверстие.
5. Проверьте температуру подшипника — она не должна значительно поменяться.
6. Поставьте крышку сливного отверстия на место.

### 7.8.1.3 Повторная смазка подшипников с применением выдвигного механизма для удаления смазки

Для выполнения повторной смазки подшипников использованную смазку необходимо удалить с помощью установленного на каждый подшипник устройства с выдвигным механизмом.

### 7.8.1.4 Процедура проведения смазки

Перед смазкой очистите область вокруг штуцера для смазки хлопчатобумажной тканью.

Извлеките шест с выдвигным элементом для удаления использованной смазки, протрите элемент и установите его на прежнее место.

При работающем двигателе введите требуемое количество смазки (в соответствии с данными таблички) с помощью ручного смазочного пистолета.

Излишки смазки выйдут через нижнее сливное отверстие подшипника и останутся на выдвигном элементе.

Не выключайте двигатель, пока не выйдут излишки смазки.

Чтобы удалить излишки смазки, извлеките шест с выдвигным элементом и почистите его. Данную процедуру следует повторить несколько раз, пока на выдвигном элементе больше не останется смазки.

Проверьте температуру подшипника — она не должна значительно измениться.

### 7.8.1.5 Тип и количество смазки

Повторная смазка подшипников всегда должна проводиться с применением **исходной смазки**, тип которой указан Таблице 7.2 в данном руководстве, или на крепящейся к двигателю паспортной табличке.

#### **ВНИМАНИЕ!**

АО «Техногрупп» не рекомендует использовать смазку, отличающуюся от исходной.

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.

### 7.8.1.6 Виды смазки

Если нет возможности использовать исходную смазку, то можно применить альтернативные виды смазки на той же основе, после отдельного согласования с поставщиком оборудования. О совместимости смазок см. пункт 7.8.1.8 Основные, применяемые типы смазок приведены в Табл. 7.2.

Табл. 7.2. Наименования и характеристики смазок для регулярного применения

Серийные номера электродвигателей	Смазка	Производитель
NTK-2022-SP...	Molykote BR 2 plus	Molykote
TG2023-SP...	Lithium EP3	Great Wall / Sinopec
Y23.../ Y24...	Unirex N2	Mobil
ИНОЕ	Уточнять у Техногрупп, или указано в документации на электродвигатели	

В Табл. 7.3 приведены наиболее распространенные подшипники качения, используемые в горизонтально установленных двигателях и необходимое количество смазки.

Табл. 7.3. Количество смазки в основных подшипниках

Подшипник	Количество смазки (г)
6220	30
6232	70
6236	85
6240	105
6248	160
6252	190
6315	30
6316	35
6317	40
6319	45
6320	50
6322	60
6324	75
6326	85
6328	95
6330	105
NU 232	70
NU 236	85
NU 238	95
NU 240	105
NU 248	160
NU 252	195
NU 322	60
NU 324	75
NU 326	85
NU 328	95
NU 330	105
NU 336	145

### 7.8.1.7 Процедура замены смазки

Для замены установленной в подшипнике смазки на смазку одного из альтернативных типов, подшипник необходимо вскрыть, удалить использованную смазку и ввести новую.

Если подшипник невозможно вскрыть, использованную смазку следует удалить, начав при включенном двигателе вводить новую, пока она не начнет появляться в выходном отверстии.

### **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 нее повреждения.

Ниже список смазок российского производства, согласованных для применения с учетом полной отчистки подшипника от исходной смазки, как это описано в данном параграфе.

Производитель – марка смазки	Применение
ARGO TERMOLIT 3000 EP2	минеральная смазка для нормальных условий
Gazpromneft Premium Grease EP 2	минеральная для нормальных условий
ЛУКОЙЛ ПОЛИФЛЕКС ОПТИМУМ 100	минеральная для нормальных условий
Gazpromneft Grease Synth LX EP 2	синтетическая для холодных условий
ЛУКОЙЛ СИНТОФЛЕКС 2–100	синтетическая для холодных условий

#### **7.8.1.8 Совместимость смазок**

Не рекомендуется смешивать различные смазки без предварительной консультации с поставщиком смазки или компанией Техногрупп.

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.

### **ВНИМАНИЕ!**

Категорически запрещается смешивать смазки различного типа.

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

#### **7.8.1.9 Разборка подшипника**

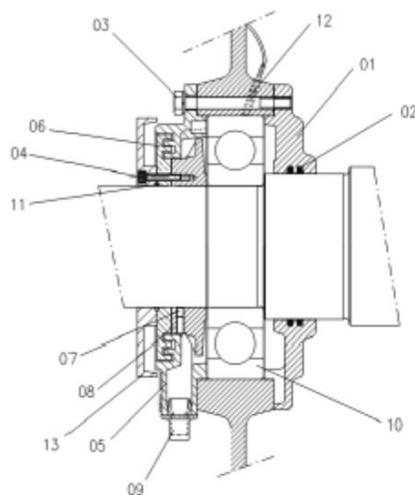


Рис. 7.2. Строение смазываемого консистентной смазкой подшипника качения

#### Условные обозначения к Рис. 7.2:

1. Внутренняя крышка подшипника.
2. Белый фетр.
3. Винт крепления крышки подшипника.
4. Винт крепления диска подшипника.
5. Внешняя крышка подшипника.
6. Лабиринтное таконитовое уплотнение.
7. Винт крепления маслоотражателя.
8. Маслоотражатель.
9. Выдвижной элемент для удаления смазки.
10. Подшипник.
11. Смазочный штуцер.
12. Устройство тепловой защиты.
13. Внешняя дисковая крышка.

#### До начала разборки:

- Удалите приставные трубки от отверстий для введения и удаления смазки.
- Тщательно очистите все внешние части подшипника.
- Снимите заземляющую щетку (при наличии).
- Снимите датчики температуры с подшипника.

#### Разборка. Для разборки подшипника выполните следующие действия:

1. Выверните винты (4), которыми крепится крышка (13).

2. Снимите лабиринтное таконитовое уплотнение (6);
3. Выверните винты (3) из крышек подшипника (1 и 5).
4. Снимите внешнюю крышку подшипника (5).
5. Выверните винт (7), которым крепится маслоотражатель (8).
6. Снимите маслоотражатель (8).
7. Снимите обтекатель со стороны привода;
8. Снимите подшипник (10).
9. При необходимости снимите внутреннюю крышку (1) подшипника.

### ВНИМАНИЕ!

- Подшипник следует разбирать осторожно, чтобы не повредить шарики/ролики или поверхность вала.
- Держите снятые детали в надежном и чистом месте.

### Сборка подшипника:

- Тщательно очистите подшипник, осмотрите разобранные части и внутренние поверхности крышек подшипника.
- Убедитесь в идеальной гладкости поверхностей подшипника, вала и крышек подшипника.
- Заполните до  $\frac{3}{4}$  свободного пространства внешней и внутренней крышек подшипника рекомендованной смазкой (Рис. 7.3), нанесите на подшипник достаточное количество смазки и соберите его.
- Перед тем, как установить подшипник на вал, нагрейте подшипник до температуры от 50 до 100 °С.
- Для полной сборки подшипника выполните действия, описанные в инструкции по разборке, в обратном порядке.



Рис. 7.3. Внешняя крышка подшипника

## 7.8.2 Смазываемые маслом подшипники качения

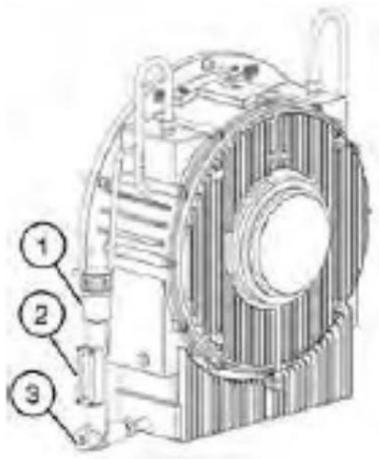


Рис. 7.4. Смазываемые маслом подшипники качения

### Условные обозначения к Рис. 7.4:

1. Вход для масла.
2. Уровнемер масла.
3. Отверстие для слива масла.

#### 7.8.2.1 Инструкции по смазке

**Слив масла.** При необходимости замены масла извлеките пробку (3) из отверстия для выпуска масла и полностью слейте масло.

#### Чтобы заполнить подшипник маслом:

- Установите пробку (3) в отверстие для слива масла.
- Извлеките пробку из отверстия для входа масла или из фильтра (1).
- Залейте масло указанного типа до уровня, указанного на смотровом стекле.

#### Примечание

1. Все неиспользуемые резьбовые отверстия должны быть закрыты пробками, а соединения не должны подтекать.
2. Количество масла должно поддерживаться приблизительно на уровне середины смотрового стекла.
3. Превышение требуемого количества масла не приведет к повреждению подшипников, но может вызвать его утечку через уплотнения вала.
4. Запрещается использовать гидравлическое масло или смешивать его со смазочным маслом для подшипников.

#### 7.8.2.2 Тип масла

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

### 7.8.2.3 Замена масла

Замена масла в подшипнике должна проводиться через определенный интервал времени, зависящий от рабочей температуры подшипника, как показано в Табл. 7.5.

Табл. 7.5. Интервалы замены масла

Рабочая температура подшипников	Интервалы замены масла
Ниже 75 °С	20 000 часов
От 75 до 80 °С	16 000 часов
От 80 до 85 °С	12 000 часов
От 85 до 90 °С	8 000 часов
От 90 до 95 °С	6 000 часов
От 95 до 100 °С	4 000 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.

### 7.8.2.4 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.

### 7.8.2.5 Разборка подшипника

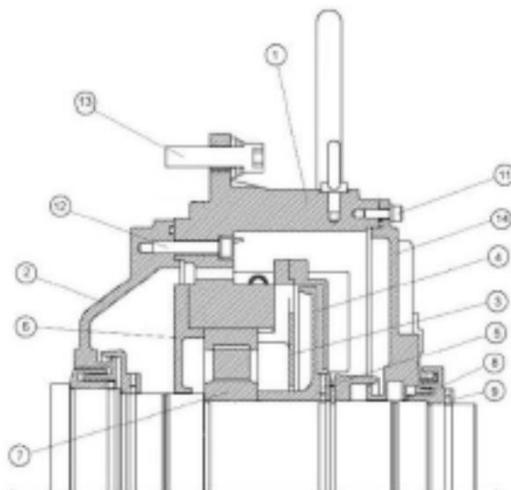


Рис. 7.5. Строение подшипника, смазываемого жидким маслом

#### Условные обозначения к Рис. 7.5:

1. Внешний резервуар с маслом.
2. Внутренний резервуар с маслом.
3. Внешняя крышка подшипника.
4. Маслоотражатель.
5. Винт.
6. Внутренняя крышка подшипника.
7. Подшипник.
8. Лабиринтное таконитовое уплотнение.
9. Винт.
10. Всасывающая трубка.
11. Винт крепления внешнего резервуара.
12. Винт крепления внутреннего резервуара.
13. Винт крепления торцевого щита.
14. Защитная крышка подшипника.

#### До начала разборки:

- Очистите все внутренние поверхности подшипника.
- Полностью удалите масло из подшипника.

- Снимите с подшипника датчик температуры (10).
- Снимите заземляющую щетку (при наличии).
- Предусмотрите опору для поддержки вала ротора во время разборки.

#### Разборка подшипника:

Для разборки подшипника выполните следующие инструкции:

1. Выверните винт (9), которым крепится лабиринтное таконитовое уплотнение (8).
2. Снимите лабиринтное таконитовое уплотнение (8).
3. Выверните винты (11), которыми крепится защитная крышка (14) подшипника.
4. Снимите защитную крышку (14).
5. Выверните винты (5), которыми крепится маслоотражатель (4), и снимите его.
6. Выверните винты (11) внешней крышки подшипника (3).
7. Снимите внешнюю крышку подшипника (3).
8. Ослабьте винты (12 и 13).
9. Снимите внешний резервуар для масла (1).
10. Снимите подшипник (7).
11. При необходимости полной разборки подшипника снимите внутреннюю крышку (6) подшипника и внутренний резервуар для масла (2).

#### **ВНИМАНИЕ!**

- Подшипник следует разбирать осторожно, чтобы не повредить шарики/ролики или поверхность вала.
- Держите снятые детали в надежном и чистом месте.

#### 7.8.2.6 Сборка подшипника

- Тщательно очистите подшипник качения и масляный бак; перед сборкой внимательно осмотрите все части подшипника.
- Убедитесь в гладкости поверхностей качения и отсутствии царапин и коррозии.
- Перед тем, как установить подшипник на вал, нагрейте подшипник до температуры от 50 до 100 °С.
- Для полной сборки подшипника выполните действия, описанные в инструкции по разборке, в обратном порядке.

#### **ВНИМАНИЕ!**

В процессе сборки подшипника нанесите герметизирующий состав (например, Curil T) для герметизации поверхностей резервуара для масла.

#### 7.8.3 Замена подшипников качения

Разборку подшипников качения следует проводить с помощью подходящих инструментов (съемника подшипников).

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

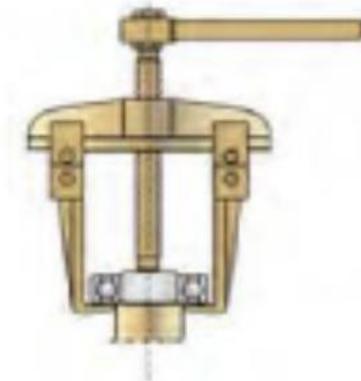


Рис. 7.6. Инструмент для извлечения подшипника качения

## 7.8.4 Подшипники скольжения

### 7.8.4.1 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.

### 7.8.4.2 Установка и эксплуатация подшипников

Перечень деталей, указания по сборке-разборке и техническому обслуживанию приведены в инструкции по установке и эксплуатации подшипника.

### 7.8.4.3 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.

### 7.8.4.4 Замена масла

#### Самосмазывающиеся подшипники

Замена масла в подшипнике должна проводиться через определенный интервал времени, зависящий от рабочей температуры подшипника, как показано в Табл. 7.6.

Табл. 7.6. Интервалы замены масла

Рабочая температура подшипников	Интервалы замены масла
Ниже 75 °С	20 000 часов
От 75 до 80 °С	16 000 часов
От 80 до 85 °С	12 000 часов
От 85 до 90 °С	8 000 часов
От 90 до 95 °С	6 000 часов
От 95 до 100 °С	4 000 часов

### Подшипники с внешней циркуляцией масла

Замена масла в подшипниках должна производиться через каждые 20 000 часов работы или при изменении характеристик 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.

Все неиспользуемые резьбовые отверстия должны быть закрыты пробками, а соединения не должны подтекать.

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 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.
- Минимально допустимый уровень достигается, когда масло находится на уровне нижней части смотрового стекла (при остановленном двигателе).

#### 7.8.4.5 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 незатвердевающее покрытие (например, **Curil T**). 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.

#### 7.8.4.6 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.

#### 7.8.4.7 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.
- Для надлежащего теплообмена с окружающей средой поддерживайте корпус двигателя в чистоте, 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.
- Запорный штифт также электрически изолирован, а его уплотнения выполнены из непроводящего материала.

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

#### 7.8.4.8 Сборка и разборка подшипника

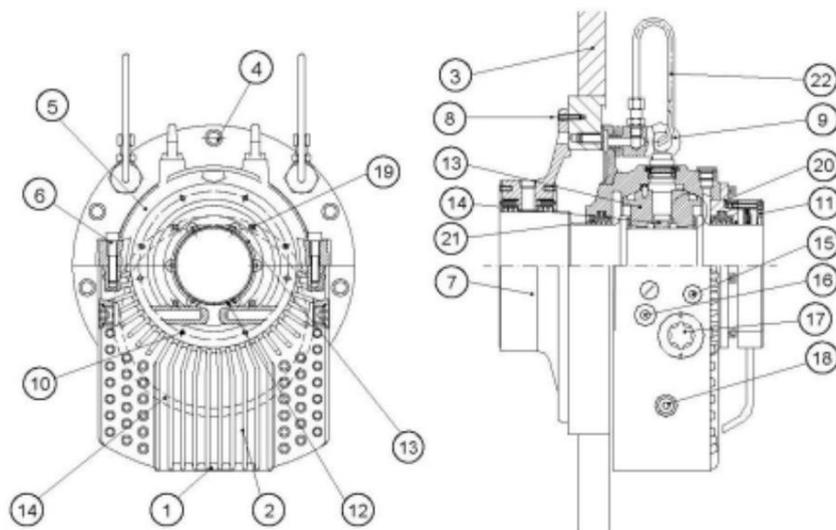


Рис. 7.7. Строение подшипника скольжения

#### Условные обозначения к Рис. 7.7:

1. Пробка сливного отверстия.
2. Корпус подшипника.
3. Корпус двигателя.
4. Крепежные винты.
5. Крышка корпуса подшипника.
6. Винты крышки корпуса подшипника.
7. Уплотнение механизма.
8. Винты уплотнения механизма.
9. Болт с петлей.
10. Винт внешней крышки.
11. Внешняя крышка.
12. Нижний вкладыш подшипника.
13. Верхний вкладыш подшипника.
14. Свободное смазочное кольцо.
15. Вход для масла.
16. Фитинг датчика температуры.
17. Уровнемер масла или отверстие для смазки.
18. Крышка трубы.

19. Винты внешней защитной крышки.
20. Корпус лабиринтного таконитового уплотнения.
21. Лабиринтное таконитовое уплотнение.
22. Всасывающая трубка.

## Разборка

Для разборки подшипника и получения доступа к его вкладышу, а также другим компонентам, аккуратно выполните следующие указания.

Храните все детали в надежном месте (см. Рис. 7.7).

### Сторона привода:

- Тщательно очистите внешнюю поверхность корпуса. Открутите и снимите крышку отверстия для слива масла (1), расположенную в нижней части корпуса, и слейте все масло.
- Выверните винты (4), которыми крепится верхняя часть корпуса (5) к двигателю. (3).
- Выверните болты (6), соединяющие две половинки корпуса (2 и 5).
- При помощи подъемных петель (9) поднимите верхнюю часть корпуса (5), полностью отделив ее от нижней половины наружной крышки (11), лабиринтных таконитовых уплотнений и их корпуса (20), а также вкладыша подшипника (12).
- Продолжите разбирать верхнюю часть корпуса на столе. Ослабьте винты (19) и снимите верхнюю часть внешней защитной крышки. Выверните винты (10) и отделите верхнюю часть корпуса лабиринтного таконитового уплотнения (20).
- Отделите и снимите верхнюю часть вкладыша подшипника (13).
- Выверните винты, соединяющие две половины свободного смазочного кольца (14), аккуратно разделите и снимите их.
- Извлеките пружинные кольца из лабиринтных таконитовых уплотнений и снимите с каждого уплотнения верхнюю часть. Выверните нижние половины уплотнений из корпуса и уберите их.
- Отключите и снимите датчик температуры, установленный на нижней половине вкладыша подшипника.
- С помощью лебедки или домкрата поднимите вал на несколько миллиметров, чтобы нижнюю часть вкладыша подшипника можно было выкрутить из гнезда. Для этого необходимо ослабить винты 4 и 6 на другой половине подшипника.
- Аккуратно поверните нижнюю половину вкладыша подшипника над валом и снимите ее.
- Выверните винты (19) и снимите нижнюю половину внешней защитной крышки (11).
- Выверните винты (10) и отделите нижнюю половину корпуса лабиринтного таконитового уплотнения (20).
- Выверните винты (4) и снимите нижнюю половину корпуса (2).
- Выверните винты (8) и снимите уплотнение механизма (7). Проведите полную очистку и

проверку снятых деталей и внутренней поверхности корпуса.

#### Примечание

Момент затяжки болтов, крепящих подшипники к двигателю = 10 кгс·м.

#### Не приводная сторона:

- Тщательно очистите внешнюю поверхность корпуса. Откройте и снимите крышку отверстия для слива масла (1), расположенную в нижней части корпуса, и слейте все масло.
- Ослабьте винты (19) и снимите крышку подшипника (11).
- Ослабьте винты (4), которые крепят верхнюю часть корпуса (5) к двигателю (3). Выверните винты (6), которые соединяют две половинки корпуса подшипника (2 и 5).
- При помощи подъемных петель (9) поднимите верхнюю половину корпуса (5), полностью отделив ее от нижней половины корпуса (2), лабиринтных таконитовых уплотнений и их корпуса и вкладыша подшипника (12).
- Отделите и снимите верхнюю часть вкладыша подшипника (13).
- Выверните винты, соединяющие две половины свободного смазочного кольца (14), аккуратно разделите и снимите их.
- Извлеките пружинные кольца из лабиринтных таконитовых уплотнений и снимите с каждого уплотнения верхнюю часть. Выкрутите нижнюю половину таконитового уплотнения из корпуса и снимите ее.
- Отключите и снимите датчик температуры, установленный на нижней половине вкладыша подшипника.
- С помощью лебедки или домкрата поднимите вал на несколько миллиметров, чтобы нижнюю часть вкладыша подшипника можно было выкрутить из гнезда.
- Аккуратно поверните нижнюю половину вкладыша подшипника (12) над валом и снимите ее.
- Выверните винты (4) и снимите нижнюю половину корпуса (2).
- Открутите винты (8) и снимите уплотнение механизма (7).
- Проведите полную очистку и проверку снятых деталей и внутренней поверхности корпуса.

#### Примечание

Момент затяжки болтов, крепящих подшипники к двигателю = 10 кгс·м.

#### Сборка

- Проверьте посадочную поверхность фланца — она должна быть чистой, ровной и без заусенцев.

- Убедитесь, что размеры вала находятся в допустимых пределах, указанных производителем, а неровность его поверхности соответствует требованиям ( $< 0,4$  мкм).
- Снимите верхнюю половину корпуса (2) и вкладышей подшипника (12 и 13), убедитесь, что в процессе транспортировки не было получено никаких повреждений, и полностью очистите контактные поверхности.
- Приподнимите вал на несколько миллиметров, установите фланец нижней половины подшипника в предназначенную для него выемку на крышке механизма и зафиксируйте его при помощи винтов.
- Нанесите масло на сферические гнезда корпуса и вал. Наденьте нижний вкладыш подшипника (12) на вал и осторожно закрутите его, стараясь не повредить осевую направляющую поверхность. Осторожно выровняв торцы нижней половины вкладыша подшипника и корпуса, медленно опустите вал в рабочее положение. С помощью молотка слегка ударьте по корпусу, чтобы правильно расположить вкладыш подшипника относительно своего гнезда и вала. При ударе создаются высокочастотные вибрации, снижающие силу трения покоя между вкладышем подшипника и корпусом, что облегчает его выравнивание.
- Способность подшипника к самовыравниванию предназначена только для компенсации нормального отклонения от вала в процессе его сборки. Далее установите свободное смазочное кольцо. Данная процедура должна быть выполнена чрезвычайно осторожно, так как от смазки, обеспечиваемой этим кольцом, зависит надлежащая работа подшипника. Чтобы обеспечить равномерную и правильную работу кольца, винты следует слегка затянуть и удалить заусенцы. При проведении технического обслуживания будьте осторожны, чтобы не нарушить геометрию кольца.
- На нижней и верхней половинах вкладыша подшипника имеются идентификационные номера или отметки, которыми следует руководствоваться при сборке. Установите верхнюю половину вкладыша подшипника, совместив его метку с соответствующей меткой на нижней половине. Неправильная установка может привести к серьезным повреждениям вкладышей подшипника.
- Убедитесь, что свободное смазочное кольцо свободно поворачивается вокруг вала. Установив нижнюю половину вкладыша подшипника, установите уплотнитель со стороны фланца подшипника (см. Подраздел 7.8.4.5).

После нанесения на оба торца корпуса незатвердевающего покрытия установите верхнюю часть корпуса (5), проследив за тем, чтобы уплотнительные прокладки были выровнены относительно своих фитингов. Также проследите за тем, чтобы запорный штифт не касался ответного отверстия на вкладыше подшипника.

## 7.8.5 Защита подшипников

### 7.8.5.1 Настройка защитных устройств

**ВНИМАНИЕ!**

Система защиты подшипников от перегрева должна быть настроена на следующие значения температуры:

**Аварийный сигнал 110 °С. Аварийное отключение 120 °С.**

Температура генерации аварийного сигнала должна быть установлена на 10 °С выше рабочей температуры, но не более 110 °С.

### 7.8.5.2 Сборка/разборка температурных датчиков подшипника скольжения

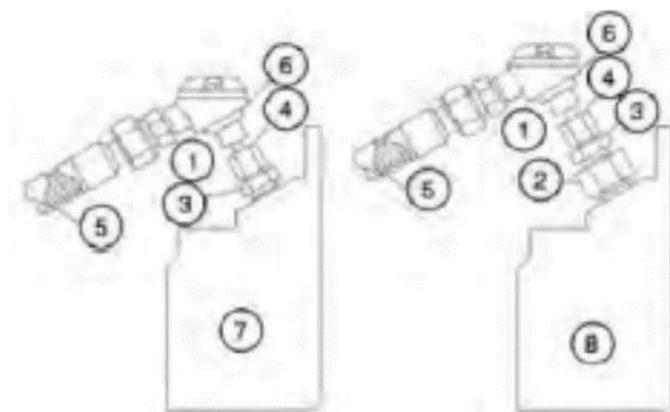


Рис. 7.8. Терморезистор Pt100 на подшипниках

#### Условные обозначения к Рис. 7.8:

1. Понижающий переходник.
2. Изоляционный переходник.
3. Контргайка.
4. Термопатрон.
5. Гибкая металлическая труба.
6. Температурный датчик Pt-100.
7. Неизолированный подшипник.
8. Изолированный подшипник.

#### Указания по разборке

Если нужно снять Pt-100 для проведения технического обслуживания, выполните следующие действия:

- Осторожно снимите Pt100, зафиксировав контргайку (3) и открутите только Pt100 от термопатрона (4).
- Детали (2) и (3) должны оставаться на месте.

#### Указания по сборке

#### **ВНИМАНИЕ!**

До установки Pt100 на подшипник убедитесь в отсутствии отложений, вмятин или иных

повреждений, способных ухудшить работу устройства.

- Установите Pt100 на подшипник.
- Затяните контргайку (3) с помощью ключа.
- Вкрутите его в термопатрон (4), повернув таким образом, чтобы край Pt100 касался внешней поверхности подшипника.

#### Примечание

- Установка Pt100 на неизолированные подшипники производится непосредственно на подшипник, без использования изолирующего переходника (2);
- Момент затяжки Pt100 в сборке с переходниками не должен превышать 10 Н·м.

## 8. СБОРКА И РАЗБОКА 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 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.

### 8.1 Разборка

При разборке электродвигателя необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Для разборки двигателя использовать только специально предназначенные для этой цели инструменты и приспособления.
2. Перед разборкой двигателя необходимо отсоединить от него трубы систем водяного охлаждения и смазки (при наличии).
3. Отсоедините электрические подключения электродвигателя и вспомогательного оборудования.
4. Снимите теплообменник и устройство глушения шума (при наличии).
5. Снимите датчики температуры подшипников и заземляющую щетку.
6. Для предотвращения повреждения ротора и головок катушек поддерживайте вал с неприводной стороны и со стороны привода.
7. При разборке подшипников следуйте указаниям, приведенным в настоящем руководстве.
8. Извлечение ротора из двигателя следует проводить подходящим для этого приспособлением и чрезвычайно осторожно, чтобы ротор не зацепился за пластинчатый сердечник или головки катушек, так как это может привести к их повреждению.

### 8.2 Сборка

При сборке электродвигателя следует выполнять указанные действия в обратном порядке.

### 8.3 Измерение воздушного зазора

После разборки и сборки электродвигателя необходимо измерить воздушный зазор 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.

#### 8.4 Момент затяжки

В Табл. 8.1 и 8.2 приведены значения момента затяжки винтов, рекомендованные для сборки электродвигателя.

#### Примечание

Класс прочности обычно указывается на головке шестигранного болта

Табл. 8.1. Значения момента затяжки при соединении двух металлических деталей

Материал/класс прочности		Углеродистая сталь/ 8,8 или выше		Нержавеющая сталь/ A2-70 или выше	
% от предела текучести		60 %		70 %	
Смазка		Без смазки	Molycote 1000	Без смазки	Molycote 1000
Диам.	Шаг (мм)	Момент затяжки винтов (Н·м)			
M3	0,5	1,2	0,8	1	0,69
M4	0,7	2,7	1,8	2,4	1,6
M5	0,8	5,4	3,6	4,8	3,2
M6	1	9,3	6,3	8,2	5,5
M8	1,25	22,4	15	20	13
M10	1,5	44	30	39	26
M12	1,75	77	52	67	45
M14	2	123	82	107	72
M16	2	188	126	165	110
M18	2,5	263	176	230	154
M20	2,5	368	246	322	215
M22	2,5	500	332	437	290
M24	3	637	425	557	372
M27	3	926	615	810	538
M30	3,5	1260	838	1102	734
M33	3,5	1704	1130	1490	990
M36	4	2195	1459	1920	1277
M42	4,5	3507	2328	3070	2037
M48	5	5258	3488	4600	3052

Табл. 8.2. Значения момента затяжки при соединении металла и диэлектрика

Материал/класс прочности		Углеродистая сталь/ 8,8 или выше		Нержавеющая сталь/ A2-70 или выше	
% от предела текучести		33 %		33 %	
Смазка		Без смазки	Molycote 1000	Без смазки	Molycote 1000
Диам.	Шаг (мм)	Момент затяжки винтов (Н·м)			
M3	0,5	0,6	0,5	0,48	0,32
M4	0,7	1,5	1	1,1	0,76
M5	0,8	3	2	2,2	1,5
M6	1	5,2	3,4	3,8	2,6
M8	1,25	12,3	8,3	9,2	6,2
M10	1,5	24	16	18,2	12,2
M12	1,75	42	28	32	21
M14	2	68	45	51	34
M16	2	104	69	78	52
M18	2,5	145	98	108	72
M20	2,5	202	135	152	101
M22	2,5	274	183	206	137
M24	3	350	233	263	175
M27	3	510	338	382	254
M30	3,5	693	461	520	346
M33	3,5	937	622	703	466
M36	4	1207	802	905	602
M42	4,5	1929	1280	1447	960
M48	5	2892	1918	2170	1440

### 8.5 Запасные детали

В Табл. 8.3 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. 8.3. Перечень обязательных и дополнительных запасных деталей

<b>Запасные детали</b>	
Датчик температуры для передних и задних подшипников	
Обогреватель	
Фетр для фильтра (при наличии)	
Заземляющая щетка	
Задние и передние подшипники для двигателя вентилятора (если применимо)	
Смазка для подшипников	
Датчик вибрации для переднего и заднего подшипника (если применимо)	
Преобразователь сигнала вибрации для переднего и заднего подшипника (если применимо)	
Датчик температуры воздуха (если применимо)	
Датчик температуры воздуха (если применимо)	
Датчик утечки воды в сборке (если применимо)	
Реле-повторитель для датчика утечки воды (если применимо)	
Клапан регулирования расхода воды (если применимо)	
Двигатель для вентилятора	
Подшипник качения (по одному для каждого подшипника)	Подшипник
	Тефлоновое уплотнение
	Внутренняя крышка подшипника
	Внешняя крышка подшипника
	Клапан консистентной смазки
	Кольцо с лабиринтом
	Цилиндрическая нажимная пружина
	Кольцо защиты от проникновения влаги
Подшипник скольжения (по одному для каждого подшипника)	Вкладыш подшипника в сборке
	Плавающее лабиринтное уплотнение
	Механическое уплотнение
	Свободное смазочное кольцо
	Клапан регулирования расхода масла (если применимо)

### 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, по возможности, при постоянной температуре.

## 9. ПЛАН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

План технического обслуживания, приведенный в Табл. 9.1, носит справочный характер, интервалы проведения технического обслуживания могут меняться в зависимости от расположения электродвигателя и условий его эксплуатации.

Информация по техническому обслуживанию вспомогательного оборудования, такого как модуль подачи воды или система управления и защиты, приведена в руководстве на соответствующее оборудование.

Табл. 9.1. План технического обслуживания

Деталь электродвигателя	Еженедельно	Ежемесячно	Раз в 3 месяца	Раз в полгода	Ежегодно	Раз в 3 года	
<b>СТАТОР</b>							
Визуальный осмотр статора					x		
Проверка на наличие загрязнений					x		
Проверка пазовых клиньев						x	
Проверка крепления клемм статора					x		
Измерение сопротивления изоляции обмоток					x		
<b>РОТОР</b>							
Визуальный осмотр					x		
Проверка на наличие загрязнений					x		
Проверка вала (износ, отложения)						x	
<b>ПОДШИПНИКИ</b>							
Проверка уровня шума, уровня вибрации, расхода масла, утечек и температуры	x						
Проверка качества смазки					x		
Проверка вкладыша подшипника и шейки вала (подшипник скольжения)						x	
Замена смазки							В соответствии с указанным в паспортной табличке интервалом
<b>ВОЗДУШНО-ВОДЯНОЙ ТЕПЛООБМЕННИК</b>							
Проверка радиаторов					x		
Проверка радиатора					x		
Проверка защитных анодов радиатора (при наличии)		x					Увеличить частоту проверок при чрезмерной коррозии
Замена прокладок головок радиатора					x		
<b>ВОЗДУХО-ВОЗДУШНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК</b>							
Очистка воздухопроводов					x		
Проверка вентиляторов					x		
<b>ВОЗДУШНЫЕ ФИЛЬТРЫ</b>							
Проверка, очистка и замена при необходимости			x				
<b>ОБОРУДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ И КОНТРОЛЯ</b>							
Запись значений	x						
Рабочее испытание					x		
Разборка и рабочее испытание						x	
<b>СЦЕПЛЕНИЕ</b>							
Проверка соосности и выравнивания					x		Проверить после первой недели работы
Проверка крепления муфт					x		Проверить после первой недели работы
<b>УКОМПЛЕКТОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ</b>							
Проверка на шум и вибрацию	x						
Слив конденсата			x				
Повторное затягивание винтов					x		
Очистка клеммных коробок					x		
Повторное затягивание электрических и заземляющих соединений					x		

## 10. НЕИСПРАВНОСТИ, ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ.

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

Необходимая вентиляция, чистка и аккуратное техническое обслуживание являются факторами, имеющими важное значение. Другим важным фактором является немедленное вмешательство при возникновении таких явлений, как вибрация, биение вала, постоянное снижение сопротивления изоляции, следы дыма и огня, резкие перепады температур подшипников.

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. Обычно это выполняется поворотом соответствующего выключателя. Для тушения пожара применяйте порошковые или углекислотные огнетушители. Никогда не используйте воду для тушения пожара.

### 10.1 Характерные поломки асинхронных электродвигателей

Электродвигатели обычно рассчитаны на класс изоляции F (155 °C), класс повышения температуры B (80K) и температуру окружающей среды 40 °C. Большинство неисправностей в обмотках происходит, когда предельные температуры превышены для всей обмотки или ее частей из-за перегрузки по току. Это заметно по потемнению или обугливанию провода изоляции.

#### 10.1.1 Межвитковое короткое замыкание

Межвитковое короткое замыкание может произойти вследствие случайного совпадения двух неисправных участков изоляции обмоток или вследствие неисправности, возникшей одновременно на двух проводах, проложенных рядом. В трехфазных установках появляются разные токи. Разница в зависимости от обстоятельств может быть настолько мала, что защита двигателя может вообще не сработать. Межвитковое короткое замыкание на землю или между фазами из-за неисправности изоляции встречается редко и почти всегда в первые моменты эксплуатации. Так же витковое замыкание может быть следствием повреждения витковой изоляции из-за больших значений перенапряжений импульсов ШИМ (или высокой частоты ШИМ) при питании обмотки статора от преобразователя частоты.

#### 10.1.2 Повреждение обмоток

##### 10.1.2.1 Одна сгоревшая фаза обмотки

Это повреждение происходит, когда двигатель работает в схеме «треугольник», и на проводе электропитания недостаточный ток. На остальных обмотках ток возрастает от 2 до 2,5 раз, при этом скорость вращения резко падает. Если электродвигатель остановится, ток возрастет в 3,5–4 раза выше номинального значения.

В большинстве случаев, когда происходит неисправность, это случается из-за того, что не был установлен защитный выключатель или этот выключатель был настроен на слишком высокий ток.

### 10.1.2.2 Две сгоревшие фазы обмотки

Эта неисправность может произойти из-за отсутствия тока в кабеле электропитания и если обмотка двигателя подключена «звездой».

Одна из фаз обмотки не будет иметь тока, в то время как другие поглощают всю мощность и проводят чрезвычайно большой ток. Обороты электродвигателя могут удвоиться.

### 10.1.2.3 Три сгоревшие фазы обмотки

#### ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА 1:

Электродвигатель защищен только предохранителями; перегрузка может стать причиной ненормальной работы. Следствием этого станет постепенное обугливание проводов и изоляции, завершающееся коротким замыканием витков или коротким замыканием на массу. Если перед электродвигателем установлен защитный выключатель, этой неисправности можно легко избежать.

#### ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА 2:

Электродвигатель неправильно перемотан. Например: Двигатель с обмоткой, рассчитанной на 220/380 В, подключается через переключатель «звезда-треугольник» к источнику питания 380 В. Потребляемый ток будет настолько велик, что обмотка сгорит через несколько секунд, если неправильно установлены предохранители или защитный выключатель не отреагировал немедленно.

#### ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА 3:

Переключатель «звезда-треугольник» не переключается, и двигатель продолжает вращаться в течение некоторого времени в соединении «звезда» со слишком большой нагрузкой. Развивая только 1/3 своего крутящего момента, двигатель не может достичь своей номинальной скорости. Увеличение скольжения означает большие потери сопротивления электродвигателя из-за эффекта Джоуля. Поскольку ток статора не превышает номинальное значение для соединения «треугольником», в зависимости от нагрузки защитный выключатель не будет реагировать на отклонение. Двигатель будет нагреваться в результате увеличения потерь на обмотке и роторе, и обмотка начнет гореть.

#### ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА 4:

Тепловая перегрузка из-за чрезмерного количества пусков при прерывистом рабочем режиме или из-за слишком длительного периода пуска повредит обмотку. Идеальная работа двигателей с таким номиналом может быть обеспечена, если в технических характеристиках двигателя учитываются следующие данные:

- Максимальное количество запусков в час;
- Запуск под нагрузкой или без нее;
- Тип тормоза — механический или обратным током;
- Ускоренные вращающиеся массы, находящиеся на валу электродвигателя;
- Зависимость нагрузки от вращения во время ускорения и торможения.

Из-за продолжительных усилий электродвигателя при повторных запусках с прерывистыми

нагрузками возникают большие потери, которые приводят к большому нагреву, и в отдельных случаях существует вероятность повреждения обмоток статора на остановленном электродвигателе, вследствие таких перегревов.

### 10.1.3 Повреждение подшипников

Повреждение подшипников является наиболее частой причиной очень долгих простоев. Работа с чрезмерной вибрацией, использованием не по назначению, отсутствием центровки, несбалансированными муфтами, радиальными и (или) чрезмерными осевыми нагрузками являются основными причинами повреждения подшипников.

### 10.1.4 Обрыв вала

Поскольку обычно подшипники являются наиболее ломкой деталью, а валы спроектированы с большим запасом прочности, абсолютно невозможны обрывы валов из-за непрерывного повторения сгибающих моментов, вызванных чрезмерным натяжением ремня.

Обрывы происходят в большинстве случаев сразу после поломки подшипника со стороны привода.

В результате переменных сгибающих моментов, которые приводят в движение вал, трещины распространяются вглубь снаружи, пока они не достигают обрыва, когда сопротивления того, что еще осталось от участка вала, становится недостаточно.

Избегайте дополнительных отверстий на валу (отверстия для крепежных болтов и т. д.), поскольку это может привести к концентрации напряжений.

Замена только одного из параллельных ремней передачи, кроме того, что является практикой, наносящей ущерб, также вызывает частые обрывы валов.

Если некоторые старые ремни выдерживают нагрузки и, следовательно, расширяются по длине, а новые и более короткие ремни вращаются дальше от подшипника, это может вызвать чрезмерное напряжение на валу в результате действия сгибающего момента.

### 10.1.5 Поломка из-за плохо приработанных деталей передачи или неправильной центровки электродвигателей

В большинстве случаев поврежденные подшипники и обрывы валов являются результатом того, что шкивы, муфты или шестерни установлены на валу неправильно.

При вращении возникает биение этих деталей. Эти отклонения можно заметить по вмятинам, появляющимся на валу. Разбитые пазы под шпонки с поврежденными кромками из-за свободного положения шпонок могут также стать причиной поломки валов. Плохо отцентрированные муфты вызывают биения, а также радиальную и осевую вибрацию подшипников и за короткое время приводят к износу подшипников и расширению опоры подшипников в подшипниковом щите со стороны привода. А в худшем случае вал может оборваться.

#### Примечание

В Табл. 10.1 представлен только базовый перечень неисправностей, их причин и мер по их устранению. При возникновении любых вопросов свяжитесь со специалистами АО «Техногрупп».

Табл. 10.1. Базовый перечень неисправностей, их причин и мер по их устранению

НЕИСПРАВНОСТЬ	ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА	МЕРА УСТРАНЕНИЯ
Двигатель не запускается вне зависимости от того, подключен он к нагрузке или нет	▪ Не подключены как минимум два кабеля питания или в них отсутствует напряжение	▪ Проверьте панель управления, кабели питания и клеммы
	▪ Ротор заблокирован	▪ Разблокировать ротор
	▪ Повреждение подшипника	▪ Замените подшипник
Без нагрузки двигатель запускается, однако при наличии нагрузки запускается очень медленно и не достигает номинальной частоты вращения	▪ Крутящий момент нагрузки при запуске слишком высок	▪ Не подключайте нагрузку в процессе запуска
	▪ Слишком низкое напряжение источника питания	▪ Измерьте напряжение источника питания и отрегулируйте его до нужного значения
	▪ Слишком большой перепад напряжения в кабелях питания	▪ Проверьте параметры установки (параметры трансформатора, сечение силовых кабелей, реле, автоматические расцепители и т. д.)
	▪ Стержни ротора вышли из строя, либо была нарушена их целостность	▪ Проверьте и отремонтируйте обмотку ротора
	▪ Кабель питания отключен после запуска	▪ Проверьте кабели питания
Ток статора с подключенной нагрузкой колеблется с удвоенной частотой скольжения. Двигатель при запуске издает гудящий звук	▪ Нарушена целостность обмотки ротора	▪ Проверьте и отремонтируйте обмотку ротора
Очень высокая сила тока без нагрузки	▪ Слишком высокое напряжение источника питания	▪ Измерьте напряжение источника питания и отрегулируйте его до нужного значения
Некоторые точки обмотки статора сильно нагреваются	▪ Короткое замыкание между витками	▪ Поменяйте обмотку
	▪ Разрыв параллельных проводов или фаз обмотки статора	
	▪ Неисправное соединение	
Некоторые точки обмотки ротора сильно нагреваются	▪ Нарушение целостности обмотки ротора	▪ Выполните ремонт обмотки ротора или замените ее
Необычный шум во время работы под нагрузкой	▪ Механические причины	▪ Обычно шум уменьшается при снижении скорости, см. также: «высокий уровень шума во время работы в расцепленном состоянии»
	▪ Электрические причины	▪ Звук пропадает при отключении электродвигателя.
При сцеплении слышен шум; при расцеплении шум пропадает	▪ Неисправность сцепления или приводимого механизма	▪ Проверьте приводимый механизм, сцепление и соосность
	▪ Неисправность зубчатой передачи	▪ Выровняйте привод
	▪ Неровное основание	▪ Отрегулируйте уровень и соосность двигателя с приводимым механизмом
	▪ Неправильная балансировка элементов приводимого механизма	▪ Выполните балансировку заново
	▪ Ненадлежащее сцепление	▪ Почините или замените муфту
	▪ Неправильное направление вращения двигателя	▪ Поменяйте местами соединения двух фаз

НЕИСПРАВНОСТЬ	ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА	МЕРА УСТРАНЕНИЯ
Обмотка статора при подключенной нагрузке сильно греется	▪ Неправильное направление вращения вентиляторов	▪ Измените направление вращения двигателя
	▪ Недостаточное охлаждение из-за загрязнения вентиляционных каналов	▪ Откройте и очистите вентиляционные каналы
	▪ Перегрузка	▪ Измерьте ток статора; уменьшите нагрузку. Проанализируйте область применения двигателя
	▪ Большое количество запусков или слишком большой момент инерции	▪ Снизить количество запусков
	▪ Слишком высокое напряжение, что приводит к очень высоким потерям в сердечнике	▪ Не подавать напряжение более 110 % от номинального, кроме случаев, когда в паспортной табличке указано иное
	▪ Слишком низкое напряжение, в связи с чем сила тока слишком высокая	▪ Проверьте напряжение источника питания и падение напряжения в электродвигателе
	▪ Разрыв кабеля питания или фазы обмотки	▪ Измерьте силу тока на всех фазах и при необходимости устраните неисправность
	▪ Ротор царапает статор	▪ Проверьте воздушный зазор, условия эксплуатации (уровень вибрации и т. д.), состояние подшипников
	▪ Условия эксплуатации не соответствуют указанным в паспортной табличке	▪ Обеспечьте условия эксплуатации в соответствии с указанными в паспортной табличке или понизьте нагрузку
	▪ Асимметрия напряжения питания (перегорел предохранитель, неправильное управление)	▪ Проверьте, имеется ли асимметрия напряжения, работает ли двигатель только от двух фаз, устраните неисправность
	▪ Грязная обмотка	▪ Выполните очистку
	▪ Засоренные воздухопроводы	
	▪ Грязный воздушный фильтр	
▪ Направление вращения не соответствует используемому вентилятору	▪ Проверьте направление вращения двигателя вентилятора	
Высокий уровень шума во время работы в расцепленном состоянии	▪ Нарушение баланса	▪ Шум остается слышен в процессе торможения двигателя после отключения питания
		▪ Выполните балансировку заново
	▪ Обрыв одной из фаз обмотки статора	▪ Измерьте силу тока всех соединительных кабелей
	▪ Ослабленные крепежные винты	▪ Закрутите и затяните винты
	▪ Условия балансировки ротора ухудшены после сборки сцепления	▪ Сбалансировать сцепление
	▪ Резонанс в фундаменте	▪ Отрегулировать фундамент
	▪ Корпус двигателя деформирован	▪ Проверьте ровность поверхности основания
	▪ Вал искривлен	▪ Вал может быть деформирован
▪ Проверьте балансировку и эксцентricность ротора		
▪ Неравномерный воздушный зазор	▪ Проверьте, насколько искривлен вал, а также степень износа подшипников	

## 11. ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ

Данные изделия при работе в условиях, указанных АО «Техногрупп» в руководстве по эксплуатации этих изделий, покрываются гарантией на дефекты исполнения и материалов в течение 12 (двенадцати) месяцев с момента запуска в эксплуатацию или 18 (восемнадцати) месяцев с момента поставки изготовителем в зависимости от того, что наступит раньше, если иное не указано в Договоре.

Данная гарантия не действует для любого изделия, использовавшегося неправильно, неаккуратно или не по назначению (включая, в частности, неправильное техническое обслуживание, несчастные случаи, неправильную установку, модификацию, регулировку, ремонт или любые другие случаи, произошедшие из-за неправильной эксплуатации).

Компания не несет ответственность за любые затраты, связанные с установкой, демонтажем оборудования, не прямые затраты, такие как денежные убытки или затраты на транспортировку, а также оплату билетов или размещение технических специалистов по запросу заказчика.

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».

По этой сделке действует только гарантия АО «Техногрупп», заменяющая прочие гарантии, прямо выраженные или подразумеваемые, предоставляемые в письменной или устной форме.

Косвенные гарантии коммерческого качества или годности для конкретных целей, применяемые к данному предмету покупки, отсутствуют.

Сотрудники, агенты, дилеры, ремонтные сервисы или прочие лица не уполномочены предоставлять гарантии от лица АО «Техногрупп» или предоставлять любые другие формы ответственности в лице АО «Техногрупп», связанные с любыми изделиями АО «Техногрупп».

При возникновении подобной ситуации без разрешения АО «Техногрупп» гарантия автоматически аннулируется.

### 11.1 Ответственность

За исключением указанного в предыдущем параграфе под названием «**Гарантийные условия для технических изделий**», компания не несет никакой ответственности перед покупателем, включая, но не ограничиваясь, любыми жалобами по причине косвенного ущерба или трудозатрат, возникших по причине любого нарушения описанных в данном разделе гарантийных условий.

Покупатель соглашается обезопасить и предотвращать повреждение имущества компании, которое может быть повреждено по любой причине (отличной от стоимости замены или ремонта поврежденного оборудования, как это указано в предыдущем параграфе под названием «**Гарантийные условия для технических изделий**»), вызванной прямыми или косвенными действиями, упущениями или пренебрежением со стороны покупателя, связанными с проведением тестирования, использованием, эксплуатацией, заменой или ремонтом любых описанных в данном параграфе изделий, проданных или предоставленных компанией покупателю.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### 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:

<b>Сведения о проведении монтажных работ</b>				
Соблюдены ли все правила техники безопасности, применимые к месту установки?		Да		Нет
Монтаж проводится под техническим контролем сервисного инженера АО "Техногрупп"		Да		Нет
Монтаж оборудования производит заказчик		Да		Нет
Монтаж оборудования производит подрядная организация		Да		Нет
<b>Контрольный лист по вводу в эксплуатацию</b>				
<b>Техническое обслуживание при хранении в помещении (все проверки проводятся и регистрируются в журнале учета)</b>				
<b>Выполнение требований технической документации (руководство, инструкции, чертежи, паспорт и т.д.)</b>				
<b>Ежемесячно</b>				
Устройство блокировки вала установлено *		Да		Нет
Проверка уровня вибрации на месте хранения		Да		Нет
<b>Каждые 2 месяца</b>				
Чистота помещения		Да		Нет
Влажность и температура хранения		Да		Нет
Проверка на предмет признаков заражения насекомыми		Да		Нет
Относительная влажность внутри электродвигателя		Да		Нет
Измерение сопротивления изоляции		Да		Нет
Измерение индекса поляризации		Да		Нет
Провороты вала		Да		Нет
<b>Каждые 6 месяцев</b>				
Наличие физических повреждений		Да		Нет
Замена пакетов с влагопоглатителем		Да		Нет
Внешняя очистка		Да		Нет

Ревизия трубчатого теплообменника		Да		Нет
Проверка состояния лакокрасочного покрытия		Да		Нет
Проверка состояния ингибитора окисления на открытых механически обработанных деталях		Да		Нет
Замена ингибитора окисления		Да		Нет
Смазка подшипников		Да		Нет
Нанесение антикоррозионного состава и размещение пакетов с влагопоглотителем (для подшипников скольжения)		Да		Нет
<b>Каждые 2 года</b>				
Очистка внутренних поверхностей коробок (БРНО)		Да		Нет
Осмотр уплотнений		Да		Нет
Разборка/очистка подшипников		Да		Нет
<b>Инспекционный контроль (перед пуском и обкаткой)</b>				
Персонал прошёл проверку квалификации и подготовки		Да		Нет
Проверка оборудования на наличие следов повреждения и отсутствия порчи		Да		Нет
Оборудование смонтирована согласно "Руководству по эксплуатации" и монтажной документации		Да		Нет
Двигатель очищен от посторонних предметов		Да		Нет
Соответствуют ли данные паспортной таблички (напряжение, ток, схема подключения, класс защиты, система охлаждения, серфис-фактор и т.п.) основным эксплуатационным требованиям данной установки		Да		Нет
Электродвигатель установлен на позицию в проектное положение		Да		Нет
Установлены все ограждения и защитные элементы		Да		Нет
Заземление электродвигателя произведено		Да		Нет
Внутри оборудования отсутствуют посторонние предметы и конденсат		Да		Нет

Произведен контроль сопротивления изоляции обмоток электродвигателя (R15, R60, Кабс, составлен протокол)		Да		Нет
Произведен замер активного сопротивления обмотки статора, Ом (составлен протокол)		Да		Нет
Произведен замер межвитковой изоляции (составлен протокол)		Да		Нет
Электродвигатель надёжно закреплён к раме/фундаменту		Да		Нет
Произведена установка электродвигателя относительно горизонта с уклоном, не превышающим 0,08 мм/м		Да		Нет
Произведена обтяжка всех крепёжных элементов		Да		Нет
Установлены все компоненты (датчики температуры, вибрации) системы мониторинга		Да		Нет
Все измерительные приборы не повреждены и работают исправно		Да		Нет
Ротор проворачивается без сопротивления и шумов		Да		Нет
Произведено подключение силовых, заземляющих кабелей и вспомогательного оборудования		Да		Нет
Все уплотнения отверстий выводов, находятся в идеальном состоянии и правильно установлены.		Да		Нет
Все устройства защиты обмотки и подшипников включены и правильно настроены.		Да		Нет
Проверен режим работы всех установленных вспомогательных устройств (электромагнитный тормоз, энкодер, устройства тепловой защиты, системы принудительного охлаждения и т.п.)		Да		Нет
Электродвигатель готов к пуску согласно рекомендациям и инструкциям предприятия изготовителя		Да		Нет
<b>Пуск электродвигателя на холостом ходу</b>				
Двигатель запущен без нагрузки		Да		Нет
Проверено направление вращения		Да		Нет
Наличие любых аномальных шумов, вибрации или иных несвойственных нормальной работе признаков- отсутствуют		Да		Нет
Уровень вибрации согласно МЭК 60034-14 в допуске		Да		Нет

Температура обмоток и подшипниковых узлов в допуске		Да		Нет
<b>Пуск электродвигателя под нагрузкой</b>				
Обтяжка всех крепёжных элементов		Да		Нет
Центровка ЭД с приводным механизмом (протокол центровки)		Да		Нет
Двигатель запущен с номинальной нагрузкой		Да		Нет
Рабочий ток совпадает с номинальным током, указанным в паспортной табличке		Да		Нет
Измеренные параметры (ток, напряжение, температура подшипников и корпуса, уровень вибрации и шума) электродвигателя достигнутые в период температурного равновесия в допуске		Да		Нет

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

<b>Примечание:</b>	
--------------------	--

Представители Заказчика:

Подпись:

Ф.И.О.

Представители Поставщика:

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ЧЕК-ЛИСТ ГОТОВНОСТИ ОБЪЕКТА К ШМР, ПНР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Перед началом шеф-монтажных работ (ШМР) и пусконаладочных работ (ПНР) Заказчику необходимо провести операции, приведенные в Таблице 1, подтвердить их выполнение (столбец «Отметка о выполнении») и направить подписанный документ в адрес Поставщика.

Таблица 1

№	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. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	За 14 дней до начала ШМР специалистами АО «Техногрупп». Подтверждение: документация, график монтажа.	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
2	Монтажная площадка огорожена и обеспечена электроэнергией, водой, ацетиленом, кислородом, такелажными, необходимыми транспортными средствами и т.д. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
3	Выполнены необходимые противопожарные мероприятия и мероприятия по технике безопасности. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
4	Температура окружающего воздуха в месте проведения работ не ниже +5 0С. ЭД защищён от дождя, пыли, грязи и т.д. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
5	Рабочая поверхность рамы/фундамента для установки ЭД очищена, от строительного мусора, грязи, пыли, посторонних предметов. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ
6	Подготовлены регулировочные прокладки разной толщины для регулировки ЭД по высоте и обеспечения центровки. <i>Комментарии, если указано «НЕТ»:</i>	До начала ШМР и ПНР специалистами АО «Техногрупп»	<input type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕТ

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 скольжения, 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	<b>В случае установки нового ЭД к существующему механизму (насос / редуктор / вал-шестерня и т.д.):</b> 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 3

Основные сведения об изделии:

Изготовитель:

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				
Предоставлен акт ввода в эксплуатацию оборудования		Да		Нет
Составлен акт рекламации по выходу из строя оборудования		Да		Нет
Предоставлен «журнал учёта» проверок во время хранения оборудования		Да		Нет
Предоставлен документ, подтверждающий своевременное ТО (текущий/средний ремонт) электродвигателя		Да		Нет
Предоставлены температурные тренды обмотки электродвигателя		Да		Нет
Предоставлены вибрационные тренды или журнал ведения показаний оборудования согласно МЭК 60034-14 (СКЗ, виброскорости мм/с)		Да		Нет
Предоставлены параметры ЭД в работе по току и напряжению электродвигателя		Да		Нет
Предоставлены выставленные уставки по температуре, вибрации, частоте, току и напряжению.		Да		Нет
Предоставлен протокол центровки электродвигателя с приводимым механизмом по муфте		Да		Нет
Предоставлен протокол замера сопротивления изоляции обмотки электродвигателя ( $R_{60}$ , $R_{15}$ , $K_{абс}$ )		Да		Нет
Предоставлен протокол по замеру межвитковой изоляции обмотки статора ЭД		Да		Нет
Предоставлен протокол по замеру активного сопротивления обмотки статора, Ом		Да		Нет
Предоставлен журнала с отметками о периодичности досмазки или замены		Да		Нет

<b>Примечание:</b>	
--------------------	--

Представители Заказчика:

Подпись:

Ф.И.О.

Представители Поставщика: