

**АСИНХРОННЫЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ
С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ
СЕРИИ TGX**

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



Содержание

Содержание	2
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. ДАННЫЕ О КОНСТРУКЦИИ	6
2.1 Общие требования к взрывозащищенной конструкции	6
2.2 Статор	6
2.3 Ротор	7
2.4 Подшипник.....	7
2.5 Обогреватель	7
2.6 Клеммная коробка.....	8
3. МОНТАЖ.....	8
3.1 Комплект поставки.....	8
3.2 Транспортировка.....	8
3.3 Хранение	8
3.4 Подготовка к установке.....	10
3.5 Фундамент.....	10
3.6 Цементирование	11
3.7 Установка двигателя	11
3.8 Центровка двигателя	12
3.9 Подсоединение масляных и водяных патрубков	15
4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ПУСК.....	16
4.1 Подключение	16
4.2 Первый пуск без нагрузки.....	17
4.3 Первоначальный запуск — стыковка с нагрузкой	19
4.4 Стартовый режим работы.....	19
4.5 Подготовка к простоя	20
5. ОСМОТР И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	20
5.1 Регулярный осмотр при работе двигателя	21
5.2. План технического обслуживания.....	21
5.3. Проверки с установленным интервалом	22
5.4. Осмотр и чистка обмотки.....	23
5.5. Сопротивление изоляции	24
5.6. Демонтаж двигателя	26
5.7 Общие указания и требования к очистке двигателей.....	27
5.8 Повторный монтаж и эксплуатация двигателя.....	27
5.9. Техническое обслуживание подшипника качения	28



5.10 Техническое обслуживание подшипника скольжения.....	28
6. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	31
6.1. Обогреватель.....	31
6.2. Датчики температуры.....	31
7. ДИАГНОСТИКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ	32
8. ТРЕБОВАНИЯ К УТИЛИЗАЦИИ.....	33



1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Данное руководство предназначено для низковольтных взрывозащищенных трехфазных асинхронных двигателей серии TGX (для краткости, здесь и далее именуемых «двигатель») габаритов 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355.

Структура и расшифровка обозначения:

Поз.	1	2	3	4	5	6	7
Обозн.	TG	X	160	M	2	IP55	1Ex db IIC T4 Gb X

1. TG – продукция производства АО «Техногрупп»;
2. X – взрывозащищенный двигатель;
3. 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355 – габарит двигателя в мм;
4. S, M, L – установочные размеры по длине станины;
5. 2, 4, 6, 8 – число полюсов;
6. IP55 – степень защиты оболочки согласно ГОСТ 14254-2015;
7. ExdIICT4 Gb X – маркировка взрывозащиты.

Маркировка взрывозащиты: 1Ex db IIC T4 Gb X для двигателей TGX с высотой оси 80-225 мм, 1Ex db IIB + H2 T4 Gb X для двигателей TGX с высотой оси 250-355 мм. Двигатели должны соответствовать требованиям ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017) и ГОСТ IEC 60079-1-2013.

Структура и расшифровка обозначения маркировки взрывозащиты двигателей:

Поз.	1	2	3	4	5	6	7
Обозн.	1	Ex	d	IIB	T4	Gb	X

Расшифровка маркировки взрывозащиты:

1. 1 – уровень взрывозащиты;
2. Ex – знак соответствия оборудования стандартам на взрывозащиту;
3. d – обозначение маркировки для взрывонепроницаемой оболочки;
4. IIB, IIB+H2, IIC – подгруппа электрооборудования группы II, предназначенная для применения в местах, опасных по взрывоопасным газовым средам;
5. T4 – группа смеси (температурный класс);
6. Gb – зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации;
7. X – специальные условия применения.

Двигатели этой серии обычно предназначены для использования в таком механическом оборудовании как компрессоры, насосы, устройства для измельчения, отрезные станки, транспортные механизмы и других установках. Двигатель может использоваться в качестве исполнительного двигателя в различных отраслях: горная промышленность, машиностроение, нефтехимическая промышленность, производство электроэнергии на

электростанциях и другие.

Электродвигатели являются промышленным оборудованием, и их установка и эксплуатация должна производиться квалифицированным, опытным персоналом, аттестованным в соответствии с требованиями промышленной безопасности и имеющим соответствующий допуск. При установке в оборудование должна быть обеспечена безопасность людей, животных и предметов.

1.2. Двигатель должен работать в следующих условиях:

1.2.1. Высота над уровнем моря не выше 1000 м, при температурном диапазоне окружающего среды от минус 20 °С до плюс 40 °С. Двигатели могут быть использованы для работы в условиях наличия горючих газов и взрывоопасных сред, включая водород (Т1), ацетилен (Т2) и др. Если двигатель предназначен для использования на высоте более 1000 м или при температуре окружающего воздуха выше или ниже 40 °С, необходимо соблюдать применимые положения стандарта ГОСТ IEC 60034-1-2014.

1.2.2. Двигатели серии TGX имеют следующие технические характеристики:

- номинальная мощность от 0,37 до 355 кВт;
- номинальное напряжение от 380 до 690 В;
- номинальная частота 50 Гц;
- номинальный ток от 1,2 до 570 А.

1.3. Тип монтажа двигателя определяется заказчиком. Тип охлаждения и степень защиты должны индивидуально соответствовать стандартам IEC 60034-7-2012, IEC 60034-6-2012 и IEC 60034-5-2011.

1.4. Срок службы двигателей составляет 20 лет.

Предельные состояния электродвигателей, при которых не может осуществляться их дальнейшая эксплуатация:

- нарушение целостность взрывонепроницаемой оболочки, присутствие на ней трещин и других повреждений, нарушающих герметичность оболочки;
- электропробой изоляции обмотки статора в пазу;
- электропробой изоляции обмотки статора в лобовой части;
- прогорание корпуса статора при электропробое обмотки;
- выработка в расточке статора посадочных мест промежуточных подшипников;
- излом шлицевого конца вала;
- скручивание вала;
- заклинивание ротора электродвигателя.



2. ДАННЫЕ О КОНСТРУКЦИИ

2.1 Общие требования к взрывозащищенной конструкции

Двигатели серии TGX – это взрывозащищенные двигатели, оболочка которых исключает распространение взрыва во внешнюю среду. При возникновении искры внутри двигателя исключается её контакт с внешней средой. Для обеспечения данных требований:

- Такие компоненты, как рама, фланец, внутренняя крышка подшипника, крышка клеммной коробки, посадочное место клеммной коробки и т.д., должны быть проверены на соответствие требованиям по непроницаемости при статическом давлении менее 20 бар в течение 10 с;
- Все болты, соединенные с огнестойким корпусом, снабжены пружинной шайбой, чтобы избежать ослабления;
- Рама, крышка клеммной коробки, внутренняя крышка подшипника, крышка клеммной коробки, гнездо клеммной коробки, клеммный болт, клеммная колодка (или расширитель клеммы), вал, уплотнительное кольцо являются огнестойкими запасными частями. Материал уплотнительного кольца - резина ХН-21;
- Температура снаружи вводов двигателя не должна превышать допустимую температуру вводного кабеля.

2.2 Статор

2.2.1 Как правило, сердечник статора установлен и запрессован внутри корпуса. Корпус имеет коробчатую или полукруглую конструкцию.

Корпус оснащен дополнительными устройствами, такими как воздушно-водяной охладитель, охладитель типа «воздух-воздух», крышкой для защиты от атмосферных воздействий и т. д. Возможно размещение воздушного охладителя в нижней части двигателя.

2.2.2 Конструкция сердечника статора состоит из торцевой пластины сердечника, проставки воздуховода и зубчатой зажимной пластины, которая приваривается крышкой. В пазы сердечника уложена обмотка, которая фиксируется пазовым клином. Конец обмотки полностью изолирован стеклотканью для передачи пусковой электрической мощности.

2.2.3 Обмотка статора имеет изоляцию F-класса, используется вакуумнагнетательная пропитка (ВНП).

2.2.4 В обмотку статора встроен датчик температуры на фазу. Датчик температуры применяется РТ100, кабель которого выводится в клеммную коробку.

2.2.5 По дополнительному заказу клиента двигатель может быть оснащен датчиком температуры для контроля температуры подшипников, кабель которого выводится в клеммную коробку.

2.2.6 В односкоростном двигателе фазы обмотки статора обозначены как «U, V, W». Для выводов обмотки используется маркировка «U1-U2, V1-V2, W1-W2».



2.2.7 Если последовательность обозначения клемм (U, V, W или U1, V1, W1, U2, V2, W2) соответствует последовательности обозначения фаз (A, B, C), то вращение двигателя происходит по часовой стрелке (если смотреть со стороны вала).

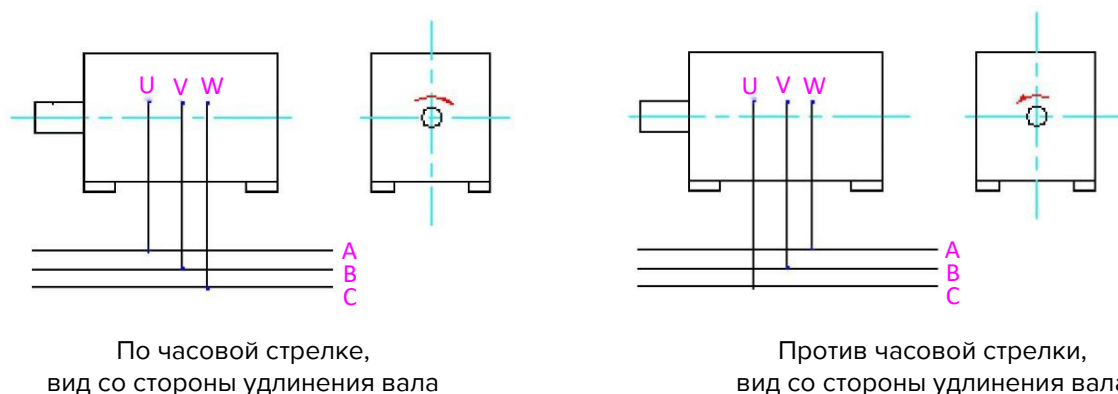


Рисунок 2.1 – Соотношение направления вращения вала с фазировкой подключения

2.3 Ротор

2.3.1 Ротор двигателей короткозамкнутый, состоящий из медных стержней. Основными частями короткозамкнутого ротора являются вал и компоненты ротора (с сердечником короткозамкнутого ротора). В зависимости от размеров и полярности двигателя используется круглый стальной вал.

Сердечник ротора подобен сердечнику статора в том, что он изготовлен из пластин электротехнической стали. Жестко закрепленная на валу нажимная плита сердечника гарантирует фиксацию многослойных пластин.

2.4 Подшипник

2.4.1 Двигатели с роликовыми подшипниками оснащены смазочным оборудованием, которое может подавать или выводить смазочное масло при работающем двигателе.

2.4.2 Для двигателя с подшипниковыми щитами или опорными подшипниками скольжения измерение изоляции осуществляется с неприводной стороны, чтобы исключить влияние подшипникового тока. Смазка подшипника может осуществляться тремя способами: посредством циркулирующей системы смазки внешнего давления или двойной системы смазки, кроме того, могут использоваться самосмазывающиеся подшипники.

2.4.3 На вал двигателя не должна оказываться какая-либо внешняя нагрузка, кроме нагрузки от соединительного вала. Для обеспечения бесперебойной работы двигателя необходимо использовать редуктор или мембранную муфту. На двигателе с мембранной скользящей муфтой необходимо обратить внимание на следующее: проверить осевой зазор втулки подшипника со стороны удлинения главного вала. Зазор должен быть не менее 0,05 мм для двигателя с требуемым осевым смещением $< \pm 0,2$ мм. Зазор с одной стороны должен быть не менее 2 мм для двигателя с неограниченной конструкцией.

2.5 Обогреватель

По требованию заказчика в комплект поставки может быть включен обогреватель. Во время работы двигателя не отключайте его во избежание образования конденсата.



Номинальные значения мощности и напряжения нагревателя зависят от технических характеристик двигателя. Эти данные указаны на габаритном чертеже или в заводском паспорте.

2.6 Клеммная коробка

Обычно клеммная коробка располагается на правой стороне двигателя, если смотреть со стороны приводного вала. По требованию заказчика возможно расположение клеммной коробки слева.

3. МОНТАЖ

3.1 Комплект поставки

При получении двигателя проверьте комплектность поставки по габаритному чертежу и упаковочному листу. Проверьте, все ли изделия включены в комплект поставки, и нет ли на упаковке признаков повреждения.

3.2 Транспортировка

Двигатели можно транспортировать при температуре окружающей среды от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 80% при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, избегая контакта с коррозионно-активными газами или парами.

Для подъема оборудования используйте грузоподъемные стропы. Не закрепляйте стропы на обмотке или катушке. При подвешивании двигателя в сборе используйте стропы с балкой для обеспечения равновесия. Неосторожность при перемещении оборудования и неправильное использование грузоподъемных строп могут привести к повреждениям. Соблюдайте осторожность при перемещении двигателя — не допускайте повреждения обмотки.

При необходимости временного хранения расположите двигатель или его компоненты в горизонтальном положении на подходящей опоре.

Примечание:

- Не закрепляйте балку на верхней или торцевой крышке при подвешивании двигателя в сборе. При необходимости используйте дополнительный строп для предотвращения наклона при перемещении соединительного вала и прочего вспомогательного оборудования.
- Крупногабаритные двигатели поставляются с приспособлениями для фиксации ротора во избежание его смещения или повреждения щетки. При перемещении всей электродвигательной установки необходимо отрегулировать крепление ротора. Без регулировки возможно повреждение в результате смещения вала ротора.

3.3 Хранение

3.3.1. Общие требования



Правила хранения двигателей должны соответствовать условию хранения двигателей 1(Л) в соответствии с ГОСТ 15150-69.

Хранение двигателей разрешается только в упаковке завода-изготовителя. Двигатели должны храниться в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха – от плюс 5 до плюс 40 °С;
- относительная влажность – не более 80 % при 20 °С;
- отсутствие в помещениях паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию;
- отсутствие колебаний температуры и влажности, вызывающих образование росы; соблюдение сроков консервации.

Упаковка должна удовлетворять условиям транспортирования и хранения двигателей по ГОСТ 15150 и ГОСТ 23216. В процессе хранения не допускается вскрытие и повреждение упаковки.

Срок хранения, при условии соблюдения сохранности упаковки и соблюдения указанных условий, составляет 2 года. При консервации незащищенные места двигателей (выходные концы валов, фланцы, места под болты заземления и др.) покрывают антикоррозионной смазкой АМС-3, К-17. Дата консервации соответствует дате изготовления двигателя, указанной в паспорте двигателя. Промежуток между переконсервациями при длительном хранении не должен превышать 1 год. При проведении переконсервации поверхности, подлежащие консервации, предварительно очистить от старой смазки и обезжирить. После морских перевозок переконсервация двигателей производится обязательно, вне зависимости от срока предыдущей консервации. Во время хранения двигатели осматриваются не реже одного раза в год. При переконсервации производится проверка условий хранения. Переконсервация проводится организацией, хранящей двигатель. Переконсервация не продлевает гарантийный срок, установленный изготовителем.

Рекомендуется хранить двигатель под навесом в сухом и чистом помещении.

Накройте двигатель брезентом для защиты от пыли, не используйте пластик. Ежемесячно измеряйте сопротивление изоляции, чтобы убедиться, что условия хранения отвечают требованиям. Несоответствие сопротивления изоляции нормативным показателям может быть вызвано влагой. В этом случае необходимо принять меры для улучшения условий хранения. В период хранения несколько раз в месяц проворачивайте вал.

Обычно вал поставляется с крепежным оборудованием, чтобы вал не перемещался при движении двигателя. Снимите фиксирующие приспособления перед подачей напряжения на двигатель или поворотом вала.

3.3.2. Обогрев в период хранения

Несмотря на то, что изоляция обмотки имеет высокую влагостойкость, необходимо принять меры для предотвращения воздействия влаги на обмотку во время простоя двигателя. Защита также может предотвратить возникновение ржавчины и коррозии открытых металлических частей.



Одной из таких мер является использование обогревателя.

3.3.3. Изъятие упаковки

Снимите с двигателя упаковку и вспомогательное оборудование и протрите вал ветошью, смоченной в бензине, для удаления пыли. Соблюдайте необходимые меры предосторожности.

3.4 Подготовка к установке

Перед установкой выполните следующее:

- Проверьте комплектность поставки двигателя по упаковочному листу на месте установки. В случае отсутствия каких-либо деталей или обнаружения повреждений немедленно свяжитесь с производителем.
- Отметьте место расположения двигателя на фундаментной плите для удобства определения осевой линии двигателя и требуемой высоты фундамента.
- Убедитесь в соответствии фундамента монтажному чертежу двигателя, наличии ямы, кабеля, кабельной трубы, шины или других необходимых подводящих трубок, а также в том, что они установлены на подходящих местах. Убедитесь в достаточном пространстве для установки двигателя и вспомогательного оборудования.
- Проверьте параметры, расположение и высоту шпильки по монтажному чертежу.
- Подготовьте в достаточном количестве подкладочные листы и опоры для выравнивания во избежание деформации фундаментной или нижней плиты.

Перед монтажом двигателя выполните следующее:

- Удалите противокоррозионное масло с вала.
- Не удаляйте противокоррозионную смазку внутри подшипников.

3.5 Фундамент

Фундамент должен быть жестким, чтобы максимально снизить вибрацию и смещение оси при работе двигателя. В идеале фундамент должен представлять собой жесткую конструкцию из бетона. Если двигатель должен быть установлен на стальной раме, а не на бетонном фундаменте, то на балке должно быть достаточно опорных стоек.

Требуемые размеры фундамента указаны на габаритном чертеже. Необходимо обеспечить достаточно свободного пространства для установки и технического обслуживания двигателя.

Чтобы упростить определение местоположения отверстий под болты, рекомендуется изготовить шаблон по габаритному чертежу. Вне зависимости от конструкции фундамента под лапы двигателя должны быть установлены стальные подкладки или стальная опорная плита.

Верхняя поверхность стальной подкладки или опорной плиты должна быть ровной, а высота

должна быть немного меньше, чем максимальное расстояние между осевой линией вала и лапами двигателя. Регулировка уровня двигателя и приводимого механизма выполняется после установки подкладок между лапами двигателя и фундаментом. Использование подкладок — это простой способ регулировки уровня двигателя.

Перед установкой под раму или под плиту на бетонный фундамент, выровняйте верхнюю поверхность фундамента и тщательно промойте ее проточной водой. Шероховатая поверхность помогает сформировать необходимое соединение между фундаментом и цементом.

3.6 Цементирование

Цементирование фундаментной рамы или плиты: строительный раствор представляет собой смесь из песка и цемента в соотношении 1:1. Направляющая или плита должны быть залиты цементом до тех пор, пока поверхность не будет находиться в пределах 25 мм от верха.

Строительный раствор должен постоянно перемешиваться, а процесс заливки должен происходить как можно быстрее. Если цементирование торцевой крышки и торцевой пластины выполняются небрежно, то они не могут дать преимуществ жесткого фундамента.

Для обеспечения качественного сцепления между поверхностью основания и рамой строительный раствор следует залить во все конструктивные полости и пустоты фундаментной рамы или плиты, что может способствовать жесткому соединению между шероховатой поверхностью основания и рамой/плитой.

3.7 Установка двигателя

3.7.1. Ширина и длина прокладки должны быть как минимум равны или больше, чем нижняя лапа.

3.7.2. В подкладках должны быть проделаны отверстия необходимого диаметра под фундаментные болты.

3.7.3. Вокруг вышеуказанных отверстий и внешних прокладок и лап не должно быть заусенцев, когда эти два числа равны.

3.7.4. Ниже приведен порядок действий по установке стальных подкладок под лапы двигателя:

- Установите двигатель на стальную опорную плиту и предварительно отрегулируйте соосность двигателя. Вставьте фундаментные болты в отверстия в лапах двигателя, и убедитесь, что кронштейн ротора снят;
- Перед тем как отрегулировать уровень двигателя, измерьте линейкой зазоры между поверхностью лап двигателя и стальной опорной плитой с погрешностью не более 0,05 мм. Зафиксируйте полученные значения и длину, на которую линейка входит в зазор. Изготовьте набор подкладок требуемой толщины согласно результатам измерения и длиной на 12 мм больше той длины, на которую линейка входит в зазор. Вставьте подкладку в нужное положение под лапу двигателя и загните выступающую часть, чтобы отметить длину, на которую подкладка входит в зазор, это сделает эффективность прокладки более высокой;

- После установки подкладок отрегулируйте оси двигателя. Держите уже установленные подкладки на прежнем месте и устанавливайте их на новые подкладки;
- В итоге все излишки прокладок, которые используются для регулировки выравнивания осей, должны быть скорее более толстыми, чем более тонкими. Несколько подкладок толщиной 1,5 мм можно заменить одной подкладкой соответствующей толщины. Характеристики вибрации двигателя напрямую зависят от жесткости фундамента и степени сцепления между двигателем и опорной плитой.

3.8 Центровка двигателя

3.8.1. При установке двигателя на фундаментную плиту расположите его близко к приводному механизму и установите опоры, описанные выше.

В высокоскоростных двигателях подшипник с приводной стороны использует осевой ограничительный подшипник, а со стороны втулок — подшипник скольжения приводного конца и сохраняет определенный зазор для всего двигателя. Ротор подшипника скольжения должен быть размещен в магнитном центре, а двигатель должен быть установлен строго в соответствии с обозначением магнитного центра или в соответствии со статистическими данными, предоставленными нашей компанией. Необходимо также оставить определенное количество пространства, вызванное тепловым расширением.

Следует использовать осевое ограничение гибкой муфты. При осевом перемещении муфты убедитесь в отсутствии дополнительного осевого усилия во время работы двигателя. После затяжки муфты проверьте конец вала на наличие зазора в осевом направлении подшипника. Зазор в осевом направлении подшипника (значение a) указан на рисунке 3.1. Для двигателя, который требует осевого перемещения $\pm 0,2$ мм, одна сторона должна быть не менее 0,05 мм ($a = 0,05$ мм). Для двигателя с неограниченной конструкцией (осевое перемещение в пределах ± 5 мм) одна сторона должна быть не менее 2 мм ($a = 2$ мм).

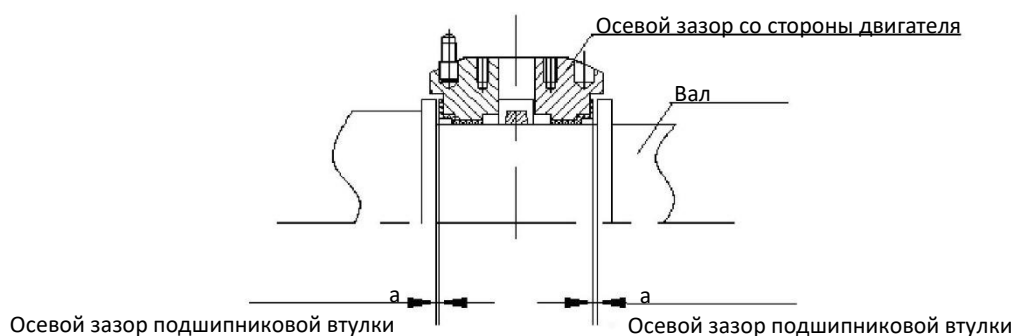


Рисунок 3.1 – Зазор в осевом направлении подшипника

Поскольку тепловое расширение вала двигателя и приводимого механизма в осевом направлении и радиальное тепловое расширение рамы будут вызывать изменение центровки при работе двигателя, тепловое расширение следует учитывать при проведении центрирования в режиме холодного воздуха. Наиболее эффективным состоянием двигателя было бы полное центрирование в условиях горячего воздуха. Таким образом, при проведении центрирования в холодном состоянии необходимо проводить анализ

изменения горячего состояния и сохранять некоторое пространство для перемещения в горячем состоянии, т. е. при установке двигателя при температуре окружающей среды статор следует перемещать на некоторое расстояние в направлении, далеком от приводимого механизма. Значение будет подтверждено изменением теплового расширения вала двигателя и приводимого механизма. Радиальная высота центра центрирующего вала в холодном состоянии будет определяться объемом теплового расширения, предоставляемого двигателем и поставщиком приводимого оборудования.

3.8.2. Что касается двигателя с опорным подшипником, то при монтаже на месте следует повторно проверить значение воздушного зазора между статором и ротором. В случае наличия отклонений, отрегулируйте соединительный стержень между рамой и основанием, чтобы устранить несоответствие, возникшее при длительной транспортировке.

3.8.3. Данные о выравнивании во время установки

Для того, чтобы гарантировать долговременную корректную работу оборудования, должно быть максимально уменьшено радиальное и угловое отклонение двигателя и приводимого механизма. Допуск по осевой и радиальной центровке между двигателем и приводимым механизмом составляет не более 0,05 мм. Следовательно, выравнивание следует проводить крайне осторожно, иначе это вызовет ненужную вибрацию и может даже повредить подшипник, а также вал.

Следует проверить угол и положение двигателя. Контроль выравнивания углов осуществляется путем измерения зазора между поверхностями муфты, или, скорее, с помощью заполнителя для проверки верхней, нижней и обеих сторон муфты. Все показания должны быть взяты в центре вала, где имеется тот же радиус, в точке максимального диаметра. После этого поверните оба вала (двигатель и приводимый механизм) на 180°, а затем измерьте сверху, снизу и с двух сторон. Это гарантирует, что точная угловая линия вала не будет зависеть от осевого положения (см. рис. 3.2).

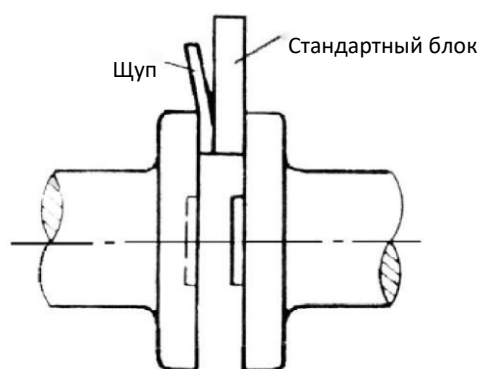


Рисунок 3.2 – Измерение зазора

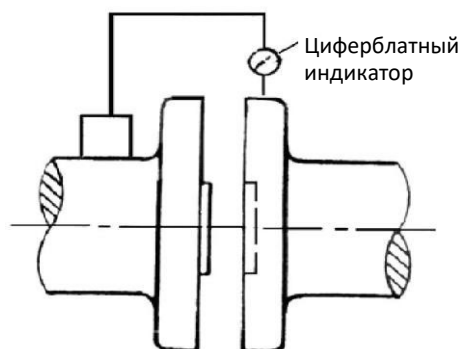


Рисунок 3.3 – Измерение окружности поверхностей муфты

Таблица 3.1 представляет собой набор данных о поверхностном зазоре муфты.

Таблица 3.1 – Набор данных о поверхностном зазоре муфты

Вид со стороны двигателя	Верх, мм	Низ, мм	Правая сторона, мм	Левая сторона, мм
Начальное значение	4,77	4,9	4,8	4,8
После вращения обоих валов на 180°	4,52	4,9	4,65	4,85
Суммарное значение	9,29	9,8	9,45	9,65
Среднее значение	4,65	4,9	4,72	4,83

Вывод из приведенных выше данных: нижний зазор между двумя полумуфтами на 0,25 мм больше, чем верхний, левая сторона на 0,11 мм больше, чем правая. Отклонение угла влево-вправо может быть отрегулировано путем перемещения двигателя, в то время как отклонение угла сверху-внизу может быть отрегулировано путем регулирования прокладки для лап двигателя или приводимого в движение оборудования или амортизирующей прокладки.

Выравнивание центра вала будет проверено циферблатным индикатором, который закреплен на полумуфте. Считайте показания на второй полумуфте с помощью детектора циферблатного индикатора. Когда детектор циферблатного индикатора находится в нижнем положении, наступает время для записи показаний: когда оба вала поворачиваются на 360°, показания циферблатного индикатора должны восстановиться до первоначального показания (это означает, что данные повторяются). В противном случае измеренный результат будет недействительным. В этом случае необходимо повторить измерение после проверки состояния крепления циферблатного индикатора. Даже если показания повторяются, во времени выравнивания все равно может существовать ошибка, потому что при вращении вала использованный опорный рычаг циферблатного индикатора может также смещаться. Когда длина несущего рычага больше 50 мм, или вес несущего рычага намного меньше по сравнению с циферблатным индикатором, эту ошибку нельзя игнорировать. Метод проверки приведен на рисунке 3.3.

Чтобы исправить эту ошибку, переместите циферблатный индикатор и закрепите его на стальной трубе или стальном стержне, чтобы циферблатный индикатор соприкасался со стальным стержнем. Во время движения длина и угол наклона стрелки циферблатного индикатора не должны изменяться. Для легкого вращения вручную длина стальной трубы или стержня должна быть на 200 мм больше, чем диаметр циферблатного индикатора. Для эффективного повышения жесткости диаметр стальной трубы или стержня не должен быть в два раза длиннее, чем опорный рычаг циферблатного индикатора. Когда циферблатный индикатор находится сверху, установите ноль, а затем поверните стальную трубку или полосу для записи показаний. Поверните справа по горизонтали, снизу, слева по горизонтали и сверху. Проверяйте единообразие показаний. Показания слева и справа должны быть равны половине показаний снизу. Это делается для того, чтобы убедиться, что именно вес циферблатного индикатора приводит к компенсации движения на опорном устройстве. При добавлении этого значения к значению положения линии вала получится набор типичных компенсаций следующим образом:

Таблица 3.3 – Пример исправления ошибок циферблатного индикатора

Положение циферблатного индикатора на тестовой линейке	Верх, мм	Низ, мм	Правая сторона, мм	Левая сторона, мм
Показания	0	-0,076	-0,038	-0,038

Как упоминалось выше, сбросьте показания циферблатного индикатора и установите его на муфту, чтобы проверить, повторяет ли он исходные показания без изменения длины и угла наклона стрелки. Ниже приведен набор типичных данных и пример использования компенсации (циферблатный индикатор зафиксирован на полумуфте двигателя). Для дополнительной информации ознакомьтесь с таблицей 3.3.

Таблица 3.4 – Пример измерения линии центрирования двигателя

Вид со стороны двигателя	Верх, мм	Низ, мм	Правая сторона, мм	Левая сторона, мм
Показания циферблатного индикатора	0	-0,229	-0,013	-0,216
Сброс циферблатного индикатора	0			
Увеличении компенсации	0	+0,076	+0,038	+0,038
Значение после калибровки	0	-0,153	+0,025	-0,178
После вычета значения обратного направления	0,153		0,203	
Разделено на 2 = смещение	0,077		0,102	

Показания демонстрируют, что вал, установленный с индикаторным циферблатом, на 0,077 мм ниже, чем вал оборудования, который направлен в направлении макс. минус показания по горизонтали (вид с приводимого механизма, электродвигатель слева) со смещением 0,102 мм. Отвинтите фундаментный болт и переместите двигатель, чтобы добавить прокладку, выровнять угол и вал. После того, как все прокладки будут вставлены, затяните фундаментный болт и перепроверьте состояние выравнивания.

3.8.4. Специальное примечание

Несмотря на то, что при использовании гибкой муфты допускается довольно большая несоосность, даже несколько тысячных миллиметров дисбаланса могут привести в систему огромную силу вибрации. Для максимального срока службы подшипника и минимальной вибрации постарайтесь выровнять центр механизма и обязательно проверьте состояние выравнивания в горячем состоянии.

3.9 Подсоединение масляных и водяных патрубков

Масляные и водяные патрубки должны быть подсоединены согласно габаритному чертежу. Все соединения должны быть надежно закреплены винтами и проверены на отсутствие протечек. Для двигателя, в котором используется подшипник скольжения, при подключении масляного патрубка необходимо установить входной фланец и сопутствующую пластину фланца. Если на входе масла имеется запорный клапан,



отрегулируйте положение запорного клапана в соответствии с уровнем масла в подшипниках и циркулирующим потоком масла.

3.9.1. Температура роликового подшипника не должна превышать 95 °С. Для смазки подшипника следует использовать литиевую консистентную смазку № 3 или смазку, предназначенную для высокоскоростных подшипников и эксплуатации при высоких температурах. При работающем двигателе добавьте консистентную смазку в установленное время в соответствии с требованиями к смазочной муфте.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ПУСК

4.1 Подключение

4.1.1. Подключение двигателя должно выполняться в соответствии с действующими правилами и требованиями.

4.1.2. На раме и в клеммной коробке двигателя имеются болты заземления. Убедитесь, что подключение заземления выполнено правильно.

Для подключения кабеля в клеммной коробке имеются три медных соединительных болта или медный провод. Также имеется стальной болт, предназначенный для подключения заземления. Кабель вводится в клеммную коробку через герметичное отверстие. После завершения подключения закройте коробку водонепроницаемой крышкой для защиты кабеля от повреждений.

Параметры кабельных вводов двигателей TGX приведены в таблице 4.1:

Таблица 4.1 – Параметры кабельных вводов

Габарит двигателя	Кабельный ввод
H80~132	M5
H160~180	M6
H200~225	M8
H250~280	M10
H315~355	M16

При использовании алюминиевого кабеля к кабелю необходимо добавить медно-алюминиевое транзитное соединение.

4.1.3. Перед подключением проводов измерьте сопротивление изоляции статора мегомметром на 2500 В. Результат не должен быть ниже нормы, указанной в пункте 5.5.2. В противном случае двигатель должен быть просушен.

Если во время длительной транспортировки или хранения в двигатель попала влага, его следует просушить, даже если сопротивление изоляции соответствует значению,

указанному в пункте 5.5.2.

Сушка двигателя: при отсутствии нагревателя двигатель можно просушить методом короткого замыкания, т. е. посредством блокировки ротора. Следует подать 10 % от номинального напряжения на обмотку статора, обеспечить достижение 50 % от номинального тока статора и медленно просушивать двигатель при температуре 90 °С.

4.1.4. Обогреватель и датчики температуры выводят в отдельные клеммные коробки.

4.2 Первый пуск без нагрузки

Запуск двигателя после установки, капитального ремонта или продолжительного простоя считается первоначальным. Перед проведением первоначального запуска следует отсоединить двигатель от приводимого механизма. Перед первоначальным запуском следует отсоединить двигатель от приводимого механизма и выполнить следующие действия:

4.2.1. Убедитесь, что все работы по монтажу и техническому обслуживанию завершены. Осмотрите фундамент, проверьте степень затяжки болтов, чтобы гарантировать правильность установки, и затяните их при необходимости.

4.2.2. Убедитесь, что все временные опоры и ограждения убраны.

4.2.3. Проверьте подшипник, чтобы убедиться, что все масляные емкости хранятся с правильным количеством смазочного масла. При длительном хранении двигателя (более 6 месяцев) необходимо очистить подшипник или подшипниковую втулку и правильно заменить смазку или масло.

Если двигатель оснащен самосмазывающимся подшипником, вручную добавьте смазку. При использовании системы принудительной подачи смазки убедитесь, что используется рекомендуемая марка смазки, масло находится на регулируемом уровне (т. е. центральная линия смотрового окна подшипника), и система подачи смазки находится в рабочем состоянии.

4.2.4. Измерьте сопротивление изоляции обмоток.

4.2.5. Проверьте соответствие частоты тока и напряжения данным в заводском паспорте (убедитесь, что напряжение находится в пределах 95~105% от номинального значения).

4.2.6. Проверьте маркировку выводов двигателя и кабеля питающей сети и убедитесь, что направление вращения соответствует требованиям (более подробную информацию см. в пункте 2.1.7). Двигателям без преобразователя частоты не разрешается использовать источник питания переменной частоты, это может сократить срок службы изоляции даже при нарушении изоляции.

4.2.7. Проверьте, есть ли подходящее пространство вокруг двигателя для вентиляции, и проверьте, имеется ли достаточный доступ воздуха.

4.2.8. Убедитесь в отсутствии пыли на двигателе. Если для продувки двигателя используется сжатый воздух, он должен быть чистым и сухим, а давление воздуха не должно превышать 0,2 МПа.

4.2.9. Убедитесь, что между подвижными и неподвижными частями имеется достаточный зазор.

4.2.10. Используйте подходящие ручные инструменты для выполнения обратного движения ротора для проверки наличия трения и плавности вращения.

4.2.11. Если двигатель поставляется с трансформатором тока, убедитесь, что вторичная обмотка подключена.

4.2.12. Для двигателя с фазным ротором, который использует жидкостный реостатный пускатель, гидравлическое сопротивление должно быть строго в соответствии с руководством по эксплуатации жидкостного реостатного пускателя, предоставленного его производителем.

4.2.13. Проверьте правильность соединений электрического вспомогательного оборудования и убедитесь, что имеется достаточный зазор, механическая прочность и электрическая блокировка.

4.2.14. Проверьте осевой зазор между полумуфтами, он должен быть больше осевого зазора между буртиками валов и вкладышем подшипника для подшипника приводного конца (кроме фиксированного подшипника).

4.2.15. Крышки, разобранные в результате осмотра, должны быть размещены на изначальном месте, необходимо проверить и убедиться в том, что все крышки, крышки фильтров и фильтрующие устройства должным образом оснащены.

4.2.16. Убедитесь, что все устройства наблюдения и средства обеспечения безопасности подключены и функционируют должным образом.

4.2.17. Убедитесь, что источник питания, а также система подачи смазки подключены верно и функционируют должным образом.

4.2.18. Если направление вращения двигателя неправильное, отключите питание и измените схему подключения питающих проводов в соответствии с инструкциями (см. пункт 2.1.7).

4.2.19. После завершения монтажных и ремонтных работ запустите двигатель без приводимого механизма.

Если источник питания достаточно мощный, то двигатель должен запускаться с полным напряжением, в противном случае — с пониженным. Перед пуском двигателя подшипник скольжения необходимо повернуть во избежание его повреждения.

4.2.20. Дайте двигателю поработать без нагрузки в течение 2—3 часов (до пуска включите масляный насос для подачи масла или смазки подшипника), при этом обратите внимание на следующее:

- Слышны ли нехарактерные звуки трения и другие шумы в подшипнике и двигателе;
- Хорошо ли работают свободные смазочные кольца;
- Слишком ли быстро растет температура подшипников;

- Будет ли повышение температуры выше определенных пределов;
- Сильно ли вибрирует подшипник.

В случае нештатной ситуации остановите проверку, выясните причины и устраните неисправности.

4.3 Первоначальный запуск — стыковка с нагрузкой

4.3.1. После нормальной работы без нагрузки можно добавить нагрузку. Смажьте и соберите полумуфту в соответствии с инструкциями производителя. Обратите особое внимание на знаки, сделанные производителем. Если есть какие-либо отметки убедитесь в том, что установка производится в соответствии со знаками подключения.

4.3.2. Запустите двигатель согласно инструкциям, прилагаемым к управляющему оборудованию.

4.3.3. Если двигатель не вращается в течение 1—2 с после включения, немедленно отключите питание. Неисправность может быть вызвана следующими причинами:

- Слишком низкое напряжение на клеммах двигателя;
- Нагрузка на валу слишком велика;
- Не все электрические соединения выполнены корректно;
- Сочетание всех вышеперечисленных причин.

Примите необходимые меры для устранения неполадки и повторите запуск.

4.3.4. Если в течение нескольких секунд заданная частота вращения не достигается, немедленно отключите питание. Проблемы с достижением заданной частоты вращения могут быть вызваны следующими причинами:

- Слишком низкое напряжение на клеммах двигателя;
- Крутящий момент нагрузки равен или превышает крутящий момент двигателя при низкой частоте вращения;
- Сочетание двух вышеперечисленных причин.

Только после серьезного рассмотрения подробных причин и решения проблем можно перезапустить двигатель.

4.3.5. Обратите внимание, что интенсивность вибрации двигателя при запуске с нагрузкой может отличаться от интенсивности вибрации при запуске в расцепленном состоянии. Если вибрация слишком большая после стыковки, снова проверьте установку и центровку.

4.4 Стартовый режим работы

4.4.1. Когда начальная температура корпуса двигателя равна температуре окружающего воздуха, разрешается дважды выполнить непрерывный запуск, и он должен прекратиться



естественным образом между двумя запусками.

4.4.2. Когда начальная температура корпуса двигателя равна номинальной рабочей температуре, запуск разрешен только один раз.

4.4.3. Перезапуск разрешается только согласно п. 4.4.1 после отключения на 4 часа.

4.4.4. Перезапуск разрешается только согласно п. 4.4.2 после отключения на 4 часа.

Примечание: Перегрев и стресс, вызванные многократным пуском или низкой скоростью вращения, значительно сокращают срок службы обмоток статора и ротора.

4.5 Подготовка к простоям

4.5.1. Рабочая площадка

Если двигатель находится в нерабочем состоянии более одного месяца, и он все еще установлен на фундаменте и подключен к приводимому механизму, рекомендуется принять следующие меры:

- Слейте оставшееся масло и залейте чистое противокоррозионное масло (кроме роликовых подшипников со смазкой). Поворачивайте вал несколько раз в месяц. Если он влажный и может быть причиной сырости, время интервала должно быть короче;
- Подключите обогреватель к источнику питания и регулярно проверяйте его исправность. При отсутствии обогревателя поместите в двигатель несколько лампочек накаливания на 100 или 150 Вт и включите их, чтобы температура внутри была выше, чем снаружи;
- Нанесите на все неокрашенные металлические поверхности антикоррозионное покрытие;
- Перед повторным запуском двигателя удалите антикоррозионное покрытие, залейте смазочное масло и чистую рабочую жидкость и разберите все временное отопительное оборудование внутри двигателя, затем проведите проверку согласно пунктам о первоначальном пуске без нагрузки, как предписано в разделе 4.2.

5. ОСМОТР И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

В целях обеспечения безопасности и постоянной надежной работы двигателя необходимо своевременно проводить осмотр и техническое обслуживание, а также обнаруживать скрытые дефекты, чтобы предотвратить их масштабирование или ухудшение состояния.

Рекомендуется проводить работы по осмотру и техническому обслуживанию согласно следующим указаниям.

5.1. Регулярный осмотр при работе двигателя

Рекомендуется регулярно проверять состояние системы смазки и уровень масла при помощи масломера. Следите за состоянием вращения масляного кольца через смотровое окно масляного кольца. При обнаружении утечки масла выясните причину и решите проблему. Также необходимо следить за цветом и степенью загрязнения смазочного масла.

При внезапном усилении шума или вибрации проведите диагностику и устраните причину неполадки.

Регулярно проверяйте температуру подшипников во время непрерывной эксплуатации, по крайней мере, один раз в день.

5.2. План технического обслуживания

Для использования двигателя в стандартном режиме мы рекомендуем следующее содержание плана технического обслуживания.

5.2.1. Еженедельная проверка

- Измеряйте температуру в местах расположения поставленных приборов для измерения температуры обмотки статора, охладителя и подшипников (например, в месте расположения резистивного термометра);
- Проверяйте двигатель на предмет нехарактерного механического шума (например, звона или стука при трении);
- При использовании теплообменника "вода-воздух", проверьте на глаз, нет ли утечки в водяном патрубке;
- При использовании фильтрационного оборудования проверьте степень его загрязнения;
- На месте установки измерительного оборудования проводите измерения вручную или с помощью термометра (при наличии), и записывайте температуру подшипников.

5.2.2. Ежемесячная проверка

- Измеряйте вибрацию с помощью портативного измерительного оборудования, измерительная точка находится в центре отсека подшипников;
- Проверяйте состояние кабелей и трубопроводов, затягивайте соединения при необходимости;
- Для фазного ротора следует проверить уровень пыли в контактном кольце, электрическом винте и щетках и при необходимости очистить их. Проверяйте степень истирания и ход щеток, при необходимости произведите замену. Указания по замене щетки см. в п. 5.11.4;
- При использовании фильтрующего оборудования производите регулярную чистку или замену фильтров;



- Проверьте состояние смазочного кольца и системы смазки подшипников. Проверьте подшипники на предмет утечки смазки. При необходимости очищайте подшипники. Проверьте состояние оборудования для подачи смазки.

5.2.3. Проверка один раз в квартал

- Измерьте сопротивление изоляции статора и ротора;
- Измерьте сопротивление изоляции между изолированным подшипником или рамой и сталью одним мегомметром с номинальным напряжением 500 В (требуется только для двигателя с опорным подшипником скольжения);
- Удалите пыль, накопившуюся на линиях питания, измерительных линиях и линиях управления;
- Проверьте состояние щетки заземления (при наличии). Проверьте нагрузку на щетку.

5.3. Проверки с установленным интервалом

Осмотр двигателя следует проводить один раз в год или полгода в зависимости от условий эксплуатации. Условия проведения нерегулярной проверки в течение полугода:

5.3.1. Выявление следующего:

- Эрозионная или проводящая электрическая пыль;
- Очень грязное состояние, накопленная пыль влияет на нормальную вентиляцию;
- Химические, соляные или масляные пары;
- Влажная, очень сухая погода, инфракрасное излучение, воздух, благоприятный для плесени;
- Аномальный удар, вибрация или внешняя механическая нагрузка.

5.3.2. Эксплуатация в состоянии:

- Слишком большое напряжение и (или) отклонение частоты от номинального значения;
- Плохая вентиляция в помещении или температура окружающего воздуха выше 40 °С;
- Двигатель испытывает нагрузку скручивающим ударом, повторяющуюся нагрузку, задний ход, торможение или длительное ускорением, вызванное большой инерцией нагрузки.

5.3.3. Контрольный список для проверки:

- Осмотр и чистка подшипника, добавление консистентной смазки (или масла). В случае проблемы с подшипником проверьте подшипник и, в частности, нет ли утечки масла в герметичном соединении подшипника;

- Снимите торцевой кронштейн и верхнюю крышку и проверьте их на наличие конденсата, капель, ржавчины или эрозии;
- Не допускайте скопления пыли и других отложений снаружи на оборудовании;
- Проверьте детали, особенно на признаки чрезмерного нагрева, вспучивание, изменение цвета или обугливание;
- Проверьте все изолированные электрические соединения и убедитесь в отсутствии пробоя изоляции и трещин. Измерьте сопротивление изоляции обмотки статора;
- Проверьте все неизолированные электрические соединения и убедитесь в отсутствии следов нагрева, признаков образования электрической дуги или повреждений;
- Проверьте все винты и болты и убедитесь, что они закреплены.

5.4. Осмотр и чистка обмотки

Для удобства проведения проверки снимите торцевую крышку или защитную решетку вентилятора. Чтобы полностью проверить и очистить обмотку, необходимо вынуть ротор из статора.

Существует несколько методов очистки обмотки, и наиболее эффективный способ зависит от их видов и количества. Ниже описаны методы очистки.

5.4.1. Чистка сухой ветошью

Если загрязненный участок легко доступен, и удалить требуется только сухую пыль, очистите обмотку чистой сухой ветошью.

Не используйте хлопчатобумажную ветошь, так как ее волокна могут остаться на изоляции. Хлопчатобумажную ветошь особенно нежелательно использовать, если двигатель высоковольтный, т. к. оставшиеся на изоляции волокна могут вызывать коронные разряды.

5.4.2. Чистка щеткой и пылесосом

Очистите обмотку от сухой пыли короткой и жесткой щеткой, а затем удалите пыль с помощью пылесоса (не используйте металлическую щетку). При применении этого способа пыль не распространяется и не оседает на другом оборудовании.

5.4.3. Продувка сжатым воздухом

Сжатый воздух позволяет удалять загрязнения из труднодоступных мест и при этом не подвергать двигатель воздействию влаги. Направление подачи воздуха не должно приводить к попаданию пыли внутрь двигателя, чтобы не создавать трудностей при очистке, так как может быть заблокирована вентиляция.

Внимание: давление подачи сжатого воздуха не должно превышать 0,2 МПа. Не допускайте повреждения изоляции. Используйте только сухой чистый воздух без конденсата. Также убедитесь, что из воздушной трубы идет воздух сухой без холодного конденсата.

5.4.4. Очистка растворителем

Растворитель эффективен при удалении смазки, воска и масел с электрооборудования. Очистите загрязненный участок ветошью, смоченной в растворителе, а затем протрите его сухой ветошью (не используйте хлопчатобумажную ветошь, так как ее волокна могут загрязнять изоляцию).

Для очистки изоляции используйте летучий растворитель на минеральной или масляной основе.

При эксплуатации двигателя в условиях высокой пожарной опасности можно использовать метиловый хлороформ. Во избежание причинения вреда здоровью людей, возгорания или взрыва используйте растворитель только в хорошо вентилируемом помещении.

5.5. Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции обмотки дает информацию о степени влажности и запыленности. Даже если оно не достигает минимального значения, высушите двигатель.

5.5.1. Измерение сопротивления изоляции

Используйте постоянное напряжение между измеряемой частью и заземленным корпусом, и измеряйте значение сопротивления после подачи напряжения в течение 1 минуты.

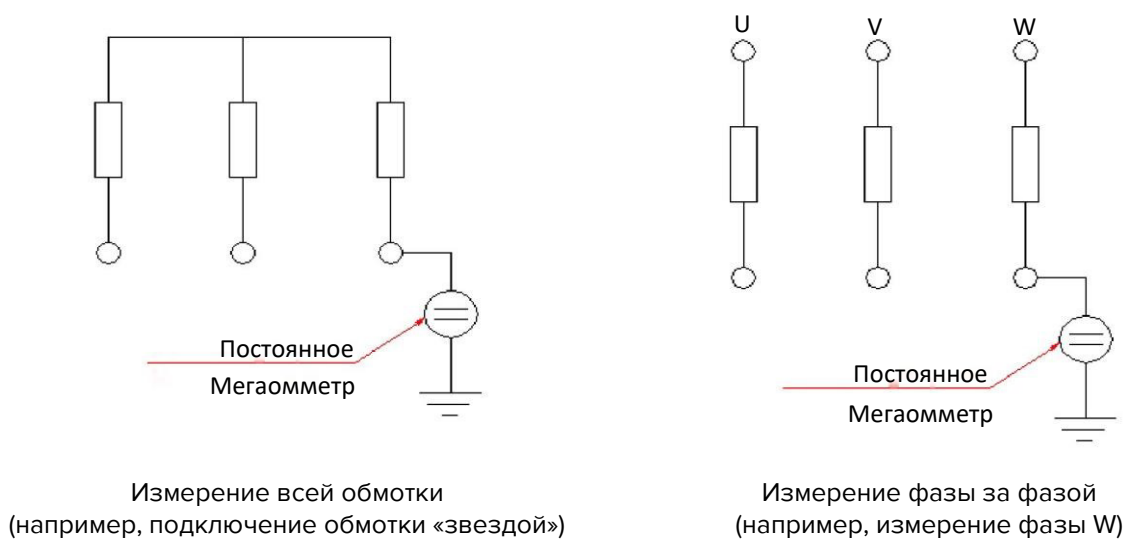


Рисунок 5.1 – варианты измерений сопротивления изоляции

Общее значение испытательного напряжения составляет от 500 В до 2500 В. Соблюдайте следующие основные положения:

- Для двигателя низкого напряжения испытательное напряжение должно быть не выше 500 В;
- Фактически, измеренные значения сопротивления изоляции равны при изменении испытательного напряжения от 500 В до 2500 В;
- Поэтому мы предлагаем взять 500 В в качестве регулируемого допустимого значения.

5.5.2. Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции Минимальное допустимое сопротивление изоляции составляет:

- Для обмотки статора R1 (минимальное значение, 20 °C) $\geq 3 (1+U_n)$ МОм;
- Для обмотки ротора (относится только к фазному ротору). R2 (минимальное значение, 20 °C) $\geq 1 (1 \times U_n)$ МОм

U_n — номинальное напряжение двигателя, считая по кВ (линия на линию).

Здесь наименьшее значение подходит для измерения всей обмотки, а наименьшее — двойное при измерении по фазам. Сопротивление изоляции в значительной степени зависит от температуры обмотки.

Здесь наименьшее заданное значение действует только при температуре 20°C. Согласно имеющемуся опыту, сопротивление изоляции будет снижаться до половины каждый раз, когда температура повышается на 10°C, и наоборот. Например, обмотка при 40°C имеет сопротивление изоляции 20 МОм, при 20°C она равна 80 МОм, а последнее значение сравнивается с наименьшим допустимым.

5.5.3. Сушка двигателя

Если сопротивление изоляции ниже минимально допустимого значения, просушите двигатель одним из следующих способов:

- Держите нагреватель включенным, пока двигатель не высохнет, и сопротивление изоляции не станет стабильным;
- Высушите двигатель горячим воздухом при температуре около 80°C, а сухой двигатель — струей нагретого воздуха в направлении неработающего двигателя или двигателя без электричества;
- Зафиксируйте вращение ротора и подайте 10 % от номинального напряжения на обмотку статора.

Допускается постепенное нарастание тока, когда температура обмотки статора ниже 90 °C и не увеличивается при достижении 90 °C, а также не допускается повышение напряжения, достаточно высокого для вращения ротора. Следует с осторожностью нагревать двигатель при заторможенном роторе. Поддерживайте температуру на уровне 90 °C до тех пор, пока сопротивление изоляции не станет стабильным.

Медленный нагрев может привести к постепенному выделению водяного пара из двигателя через изоляцию. Быстрый нагрев может привести к тому, что частичное давление пара повысится настолько, и водяной пар может под давлением попадать на изоляцию, что может привести к необратимому повреждению изоляции. Как правило, требуется 15—20 часов, чтобы температура поднялась до требуемого значения. После 2—3 часов нагревания необходимо заново измерить сопротивление изоляции. Если температура была повышена, сопротивление изоляции достигло минимально допустимого значения, то можно прекратить сушку.

5.6. Демонтаж двигателя

Записывайте последовательность своих действий по демонтажу двигателя для упрощения последующей сборки. Выполните демонтаж двигателя следующим образом:

5.6.1. Отсоедините кабели, подключенные к источнику питания и контрольно-измерительному оборудованию.

5.6.2. Если двигатель оснащен подшипником скольжения, слейте смазочное масло из двух подшипников. Если двигатель оснащен дополнительной системой смазки подшипников, отсоедините масляный патрубок и утилизируйте отработанное масло.

5.6.3. Демонтируйте оборудование, расположенное на верхней части двигателя (при наличии).

5.6.4. Снимите крышку и заслонку, отсоедините трубки.

5.6.5. Открутите крепежные болты в основании двигателя, демонтируйте установочный штифт и соединительный вал.

5.6.6. Разберите муфту с вала. Если двигатель имеет муфты на двух концах, разберите оба конца.

5.6.7. Отсоедините кабели датчиков температуры подшипников.

5.6.8. Соблюдайте осторожность при перемещении статора (не извлекая ротор). Переместите фундаментную плиту в удобное для хранения или использования место.

5.6.9. При демонтаже ротора отсоедините кабели, проходящие от контактного кольца к клеммной коробке ротора, и извлеките щетку из щеткодержателя.

5.6.10. С помощью специального инструмента снимите крепежное кольцо с вала, а затем снимите роликовый подшипник (если применяется).

5.6.11. Среди двигателей с подшипниками скольжения полуподшипник собирается из двух половин. Завинтите шпильку и поднимите верхнюю пластину полуподшипника, а затем разберите маслоразбрызгивающее кольцо. Поднимите ротор одновременно с двух концов и освободите нижний полуподшипник от нагрузки. С помощью нижней пластины полуподшипника винтового отверстия поверните нижнюю пластину полуподшипника вверх и поднимите ее. Снимите болт нижнего подшипникового узла и разберите нижний отсек полуподшипников из герметичного соединения торцевых кронштейнов, а затем уберите его.

5.6.12. Вставьте бакелитовую фанеру или твердый картон во внутреннее отверстие статора и поместите ротор во внутреннее отверстие статора.

5.6.13. Открутите винты верхней крышки, снимите торцевые крышки, а затем прикрепите к ним рым-болты для подъема и перемещения.

5.6.14. Снимите внутреннее уплотнительное кольцо с вала.

5.6.15. Перед тем как извлечь ротор из статора, снимите защитную решетку вентилятора и



демонтируйте вентилятор.

5.6.16. При снятии ротора со статора действуйте следующим образом:

- Установите на несъемный конец одну стальную трубу, которая имеет подходящий внутренний диаметр, длину и натяжение. Не устанавливайте стальную трубу на шейке вала. Расположите ее поблизости от вала сердечника ротора. Если это невозможно, изготовьте медное кольцо соответствующего диаметра и вставьте ее внутрь стальной трубы в качестве втулки;
- Наденьте стропу на стальную трубу и на часть вала вблизи муфты;
- Соблюдайте осторожность при подъеме ротора за центральную часть рядом с воздушным зазором. Медленно двигайте ротор в направлении конца муфты, перемещая статор в осевом направлении или в направлении конца без муфты (в конкретных условиях). Соблюдайте осторожность, чтобы ротор не царапал внутреннюю поверхность и обмотку статора;
- Когда сердечник ротора пройдет через внутреннее отверстие статора и переместится на внешнюю сторону рамы, пожалуйста, наденьте третий строп на вал оборудования на стыковом валу или сердечник ротора и отрегулируйте третий строп так, чтобы он выдерживал вес, который ранее поддерживался стальной трубой;
- Переместите ротор в подходящее место и осторожно снимите стальную трубу и стропы, не повредив обмотку статора.

В этот момент вы можете тщательно проверить и провести техническое обслуживание внутренней части ротора и статора.

5.7 Общие указания и требования к очистке двигателей

Внутри двигателя и на его наружной поверхности не должно быть пыли, масла и смазки. Масляный туман, летучая пыль, химическая или текстильная пыль, продукты взаимодействия могут накапливаться и блокировать вентиляцию.

Острые частицы, попадающие в двигатель через вентилятор или воздушный патрубок, могут поцарапать изоляцию статора и сократить ее срок службы, а магнитная пыль особенно опасна для изоляции.

Из-за наличия магнитного поля для удаления легкой и безвредной пыли используйте сухой сжатый воздух, подаваемый под давлением не выше 0,2 Па. Для удаления песка, металлической, магнитной и нагара рекомендуется использовать пылесос с неметаллической насадкой.

5.8 Повторный монтаж и эксплуатация двигателя

5.8.1. Двигатель следует собирать в последовательности, противоположной описанной выше, убедитесь, что все внутренние винты двигателя зафиксированы и оснащены оригинальными фиксированными деталями.

5.8.2. При повторном использовании двигателя после очистки (включая двигатель, который



почти не работал) необходимо вести учет работы и записывать состояние работы двигателя. Записи должны быть следующими:

- Время пуска и останова двигателя, причина останова;
- Температура подшипников и рабочий ток двигателя;
- Количество, время и № заводского паспорта вводимой смазки;
- Информация о неполадках при работе двигателя и приводимого механизма;
- Отклонения, обнаруженные при ежедневном техническом обслуживании и проверках.

5.9. Техническое обслуживание подшипника качения

Роликовый подшипник относится к стандартным заменяемым деталям.

В двигателях обычно используются следующие два типа подшипников: роликовый подшипник с глубоким пазом (GB/T276-1994); упорный роликовый подшипник (GB/T283-1994).

Смазка роликовых подшипников позволяет предотвратить трение металла поверхности подшипника друг с другом при качении или скольжении и образование коррозии.

Существует два вида смазки: консистентные смазки и жидкие смазочные масла. Наша компания использует консистентную смазку, которую заправляют в подшипники до отправки с завода.

В роликовых подшипниках следует проверять и менять смазку не реже, чем через полгода, а точные требования к пополнению и замене консистентной смазки представлены в соответствующих заводских паспортах. При замене очистите твердую смазку в отверстии слива, извлеките смазку через сливное отверстие, запустите двигатель и заполняйте подшипник смазкой через отверстие, пока смазка не начнет выделяться наружу. Дайте двигателю поработать около 20 минут, чтобы вытекла лишняя смазка, а затем заблокируйте слив.

Для обеспечения заявленного срока службы роликового подшипника его температура не должна превышать 90°C.

При работе двигателя при температуре окружающей среды –20 °C используйте низкотемпературную смазку. Рекомендуется использовать смазку, указанную в соответствующем заводском паспорте нашей компании.

5.10 Техническое обслуживание подшипника скольжения

5.10.1. Подшипник скольжения горизонтального и вертикального типа

Вне зависимости от конструкции горизонтального двигателя (с торцевыми крышками или опорными подшипниками скольжения или вертикального типа) в отсеке подшипников должно располагаться смотровое окно. В заводском паспорте подшипника приведены некоторые важные данные, например, количество масла на входе, данные потока масла,

характеристики масла и интервалы обновления для каждого подшипника.

Производите замену смазки только при остановленном двигателе. При добавлении смазки следите за ее уровнем через смотровое окно. В центре смотрового окна отметьте правильный уровень масла, и этот уровень является положением масла, когда двигатель останавливается, и температура масла равна температуре окружающей среды. Температура впрыскиваемого масла не должна превышать 40°C, давление подачи масла должно быть 0,05—0,08 МПа, расход масла в зависимости от типа подшипника.

5.10.2. Изоляция подшипника

В случае необходимости применения изоляции ее вид зависит от конструкции отсека подшипников. В горизонтальных двигателях с торцевой крышкой изолируется торцевая крышка, а в горизонтальных двигателях с подшипником на подставке — опора подшипника и стальное основание. Для вертикального типа отсек подшипников и концевой кронштейн подшипника изолированы.

5.10.3. Масло

Периодичность замены смазки зависит от продолжительности эксплуатации, температуры и степени загрязнения смазки.

Когда смазка смешивается или температура внезапно повышается из-за внешних воздействий, при замене следует убрать остатки старой смазки с подшипника.

Для получения достоверной информации о свойствах смазки следует провести химический анализ. При использовании новой смазки проверьте ее свойства. Сделайте первый анализ при заливке смазки, а второй — через 6—18 месяцев. Результаты анализа позволят определить периодичность замены смазки.

По контактной поверхности подшипника можно судить о его корректной работе и способности выдерживать осевое усилие, возникающее во время работы. Более того, по результатам анализа можно также определить, достаточны ли свойства используемой смазки для смазывания и охлаждения подшипника.

5.10.4. Самоохлаждающийся подшипник скольжения и подшипник скольжения наружного смазывания

Для самоохлаждающихся подшипников скольжения, как правило, следует обновлять масло (при остановке двигателя) после 4000 часов работы или максимум один год (независимо от используемого времени), и эта регулировка производится с учетом окисления масла, даже если двигатель всегда находится в состоянии покоя (например, двигатель вышел из строя).

Для подшипников скольжения наружного смазывания интервал замены масла может составлять 20000 часов работы.

5.10.5. Истирание деталей

При запуске или остановке двигатель проходит зону смешанного истирания, т. е. скорость вращения вала будет слишком низкой. Поэтому создается слишком низкое давление в смазке. Это означает, что существует металлическое истирание, избежать которого



невозможно.

Скорость от смешанного истирания смеси до жидкостного истирания и скорость в противоположном направлении называется измененной скоростью. Подходящая конструкция может помочь сохранить низкую скорость изменения. Для снижения трения можно сократить количество пусков/остановов или обеспечить наличие масляной пленки между соприкасающимися деталями при частых остановах высокоскоростного двигателя.

Если при регулярном контроле обнаруживается утечка масла, следует проверить герметичность подшипника и заменить его. Если во время регулярной проверки масляное кольцо горизонтального двигателя работает некорректно, необходимо также проверить размер и передачу. Допустимые значения округления по разным диаметрам перечислены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Допустимые значения округления по разным диаметрам

Внутренний диаметр смазочного кольца	>90~140	>140~200	>200—280	>280~400	>500~600
Среднее значение двух точек измерения между 90°	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Изменения температуры подшипника удобно контролировать при помощи установленного температурного датчика. Если обнаружено повышение температуры подшипников, остановите механизм и проверьте причины.

Если подшипник оснащен устройством контроля температуры, используйте следующие параметры:

Температура предупреждающего сигнала: +80°C

Температура отключения: +85°C

Если температура подшипника сильно колеблется или внезапно меняется, проверьте подшипник, возможно, вам потребуется заменить смазку.

5.10.6. Осмотр подшипника

Проверьте подшипник и убедитесь, что внутри нет дефектов. Удалите твердые посторонние частицы и другие загрязнения из подшипниковой втулки. Очистите подшипник ветошью, смоченной в чистящем масле. Проверьте верхнюю и нижнюю поверхности вала. Обычно царапины на верхней поверхности образуются из-за неровной оси вала. Царапины на валу также свидетельствуют о толкающей нагрузке на вал, которая обычно возникает при нарушении соосности вала или неисправности соединительного вала. Ознакомьтесь с пунктом данного руководства, посвященным регулировке соосности.

Внимательно осмотрите царапины на валу или следы расплавления подшипникового материала. Обычно царапины образуются при нарушении соосности или вибрации, а также перегрузке подшипника, вызванной первыми двумя причинами.

Обратите внимание на форму царапин на нижней поверхности вала. Как правило, царапины

должны совпадать по ширине с ремнем и проходить по всей длине нижней поверхности вала в осевом направлении и концентрироваться внизу. Царапины, которые не совпадают с ремнем по ширине, могут быть вызваны неправильным монтажом или прогибом вала.

5.10.7. Примечания относительно нагревателя подшипников скольжения в низкотемпературной среде

Для двигателя, оснащенного нагревателем подшипников, при температуре окружающей среды ниже -20°C сначала запустите нагреватель подшипников скольжения и масляный нагреватель. Циркуляция масла осуществляется не менее чем на 10 минут, далее снова запустите двигатель, когда температура масла на входе подшипника будет выше 5°C . Когда температура масла на входе превышает 20°C , нагреватель подшипников должен быть выключен.

6. ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

6.1. Обогреватель

Когда предусмотрено использование обогревателя, он, как правило, устанавливается в нижней части корпуса, и запасные части обогревателя могут быть заменены.

При остановке двигателя для проведения ремонта, сначала отключите электропитание, а затем предоставьте рабочему персоналу доступ к зоне подключения обогревателя. Во время обычного останова обогреватель может управляться вручную или автоматически.

Перед заменой сгоревшего обогревателя отключите соответствующий выключатель автоматический. Обогреватель можно заменить следующим образом:

- Снимите боковую и верхнюю крышку;
- Отсоедините питающий кабель от обогревателя;
- Открутите крепежные болты обогревателя;
- Разместите новый обогреватель в то же положение, что и предыдущий, и установите на место крепежные болты обогревателя;
- Подсоедините питающий кабель.

6.2. Датчики температуры

6.2.1. Датчики температуры статора

Закрепите их между верхней и нижней обмотками статора, чтобы наблюдать за температурой обмоток. При подборе пазов каждая фаза заканчивается одинаковым количеством фазовых катушек, при этом количество датчиков температуры каждой фазы равно.

6.2.2. Датчики температуры подшипников

Датчики температуры подшипников могут использоваться для контроля температуры подшипников.

7. ДИАГНОСТИКА И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Вероятностные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Вероятностные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина	Действия для устранения
1. Двигатель не запускается	1. Как минимум две фазы электропитания в обрыве 2. Отсутствует напряжение	Проверьте предохранитель, провода питания и зажимы вывода. Проверьте провода питания
2. На двигатель подается питание, но он не запускается	1. Одна фаза статора или ротора в обрыве	1. Проверьте питающий провод и выключатель автоматический
3. Двигатель не запускается с нагрузкой, при этом издает нехарактерные звуки	Высокий момент нагрузки Низкое напряжение питания Подключение ротора разомкнуто	Неисправность механической передачи Восстановить напряжение питания Восстановить подключение ротора
4. Двигатель работает на холостом ходу, но отключается при нагрузке	1. Одна фаза статора или ротора в обрыве	1. Проверьте питающий провод
5. Нагрев подшипников	Неподходящая смазка Низкий уровень масла Высокий момент нагрузки Смазочное кольцо не вращается Неровная поверхность подшипника	1. Проверьте, соответствует ли марка масла заводскому паспорту 2. Проверка уровня масла 3. Проверьте степень износа масляного кольца и его вертикальное направление по отношению к ведущей смазочной канавке 4.1 Проверьте состояние осевого выравнивания, а также наличие осевой нагрузки 4.2 Проверьте изгиб вала 5.1 Проверьте, есть ли смещение и вогнутый участок подшипникового сплава, вызванные эрозией аксиальным током 5.2 Проверьте изоляцию на наличие вогнутых участков
6. Утечка масла	1. Слишком большой зазор уплотнительной поверхности 2. Впускное отверстие засорено Неподходящая марка масла Высокое давление масла, избыточное масло, или уровень масла превышает центральную линию смотрового окна	Проверьте герметично соединенные детали на предмет утечки масла Проверьте впускное отверстие на предмет засора Проверьте, соответствует ли марка масла заводскому паспорту 4.1 Снизьте давление масла 4.2 Установите дроссельную заслонку

7. Вибрации и шум	Разбалансировка ротора Ослабление крепежа двигателя или плохой фундамент Разбалансировка муфты Осевая центральная линия не симметрична Резонанс в основании двигателя Шейка вала не круглая	Отсоедините двигатель от приводного механизма, затем выполните проверку Затяните болты, проверьте уплотнение и усильте монтажное крепление Выполните балансировку муфты Выровняйте механизм Большая вибрация на лапах двигателя с изменением скорости или исчезает сразу же после отключения Частота вибрации зависит от частоты вращения
8. Низкое сопротивление изоляции	Высокий уровень влажности, скопление пыли, загрязнение оборудования Повреждение двигателя Слишком высокая влажность	1. Очистите и просушите двигатель 2.1 Проверьте опору катушки и пазовый клин 2.2 Проверьте, имеются ли проблемы с корпусом или вибрация слишком большая 2.3 Проверьте, не перегружен ли он, не ограничен ли вентиляция и нет ли пыли
9. Перегрев двигателя без нагрузки	Неправильное соединение обмоток статора (ошибочное соединение типа "звезда" в качестве типа "треугольник") Слишком высокое напряжение основного источника Охлаждение недоступно из-за блокировки вентиляционного канала Неправильное направление вращения вентилятора (неверная конструкция с вращением двигателя в одну сторону)	Измените способ соединения Проверьте напряжение основного источника питания и ток холостого хода Очистите вентиляционный канал Проверьте состояние и направление вращения вентилятора
10. Двигатель работает под нагрузкой и перегревается	Перегрузка двигателя Ротор ударяется о статор	1.1 Измерьте ток 1.2 Измерьте напряжение 2. Проверьте воздушный зазор

8. ТРЕБОВАНИЯ К УТИЛИЗАЦИИ

Двигатели, выработавшие свой ресурс, не представляют опасности для окружающей среды и здоровья человека и подлежат утилизации. Для утилизации двигатель подлежит передаче организациям, занимающимся переработкой черных и цветных металлов. Материалы двигателя (алюминий, медь, сталь, чугун) перерабатываются для вторичного использования. Детали двигателя из органических соединений (лак, пластмассовые детали, резина и др.) утилизируются с соблюдением экологических норм. При утилизации двигателей необходимо действовать в соответствии с местным законодательством. Правильная утилизация отслужившего оборудования поможет предотвратить возможное вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Изделие не содержит и в процессе хранения и эксплуатации не выделяет в окружающую среду отравляющие вещества, тяжелые металлы и их соединения.