



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ПКК МИЛАНДР»

124498, Москва, Зеленоград, Георгиевский
проспект, дом 5.

www.milandr.ru

Двигатель ПД-40-4-150М

Руководство по эксплуатации

ТСКЯ.526272.003РЭ

Содержание

1	Описание и работа изделия	4
1.1	Назначение изделия	4
1.2	Технические характеристики	5
1.3	Состав изделия	6
1.4	Устройство и работа	6
1.5	Маркировка и пломбирование	7
1.6	Упаковка	7
2	Использование по назначению	8
2.1	Эксплуатационные ограничения	8
2.2	Подготовка изделия к использованию	8
2.2.1	Меры безопасности при подготовке изделия	8
2.2.3	Правила и порядок осмотра и проверки готовности изделия к использованию	10
2.3	Использование изделия	14
2.4	Действия в экстремальных условиях	17
3	Техническое обслуживание	18
3.1	Общие указания	18
4	Хранение	19
5	Транспортирование	19
6	Утилизация	20

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на Двигатель ПД-40-4-150М, ТСКЯ.526272.003 (далее изделие), предназначенного для использования в воздушном пространстве в качестве тягового электродвигателя летательных аппаратов.

РЭ предназначено для изучения обслуживающим персоналом принципа работы, технических характеристик, правил эксплуатации изделия и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и поддержания его работоспособности.

Лица, допущенные к работе с изделием, должны знать его основные технические характеристики, ограничения по применению, признаки нормального функционирования.

Пример записи изделия в других документах и/или при заказе: «Двигатель ПД-40-4-150М ТСКЯ.526272.003».

В связи с постоянной работой по совершенствованию продукции производитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию изделия, повышающие его надёжность и другие эксплуатационные характеристики, без предварительного уведомления и корректировки настоящего руководства.

Версия руководства от 27.07.2023.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

Изделие предназначено для преобразования электрической энергии в механическую энергию вращательного движения.

1.1.1 Внешний вид изделия приведен на рисунке:



Рисунок 1 – Внешний вид двигателя ПД-40-4-150М

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики изделия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики изделия

Наименование параметра	Значения
Мощность [кВт] (при крутящем моменте 40 Н·м и частоте вращения 3500 об/мин)	15
Номинальный крутящий момент [Н·м]	40
Номинальная частота вращения [об/мин]	3500
Предельная механическая мощность [кВт] (длительность зависит от условий охлаждения)	25
Предельный крутящий момент [Н·м] (длительность зависит от условий охлаждения)	70
Предельная амплитуда фазного тока [А] (длительность зависит от условий охлаждения)	400
Предельная частота вращения [об/мин] (без нагрузки)	4400
Максимальный коэффициент полезного действия КПД, %	94
Максимальная температура обмоток изделия [°С] (по встроенному датчику температуры)	150
Схема обмотки статора	звезда
Число пар полюсов	16
Отношение частоты вращения к номинальному напряжению на входе инвертора, Kv [об/мин / В]	37
Охлаждение принудительное	воздушное
Скорость среды охлаждения [м/с]	20
Температура среды охлаждения [°С]	25
Номинальное напряжение на входе инвертора, [В]	120
Тип электродвигателя	трёхфазный синхронный с внешним ротором
Масса [кг]	6,0
Габаритные размеры [мм] (без кабелей)	Ø166 x 100
Фазные выводы с клеммами ТМЛс 16-6	
Абсолютный датчик положения ротора – Энкодер sin-cos типа с индексной меткой	
Встроенный датчик температуры – NTC 10кОм ТКС 3977	

1.3 Состав изделия

1.3.1 В комплект поставки входит:

- Двигатель ПД-40-4-150М ТСКЯ.526272.003;
- Паспорт ТСКЯ.526272.003ПС.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Изделие представляет собой управляемую синхронную машину переменного тока, имеющую неподвижный статор с обмоткой (по схеме - звезда) и вращающийся внешний ротор с постоянными магнитами. Двигатель является трёхфазным. Фазные токи должны иметь синусоидальную форму.

Корректная работа изделия требует применения соответствующего инвертора, который обеспечивает синусоидальное векторное полеориентированное управление (поставляется отдельно). Для определения углового положения ротора используется аналоговый энкодер $\sin\text{-}\cos$ типа с датчиками Холла с резервированием. Контроль температуры обмоток статора осуществляется при помощи встроенного терморезистивного датчика, подключаемого к инвертору. Изделие является обратимой машиной и может использоваться в качестве генератора.

В конструкции изделия применены подшипники:

- а) передний – шариковый радиальный подшипник типоразмера 61907 (используется для радиально-аксиальных нагрузок);
- б) задний – шариковый радиальный подшипник типоразмера 61809 (используется для радиальных нагрузок)

Подшипники имеют закрытую конструкцию с металлическими или резиновыми уплотнениями и заложеной заводом-изготовителем смазкой на весь срок эксплуатации.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка изделия

Пример маркировки изделия представлен на рисунке 2. Заводской номер – девятизначный код, где первые четыре цифры – год изготовления, следующие две – месяц изготовления и последние три – порядковый номер.



Рисунок 2 – Пример маркировки изделия

1.5.2 Пломбирование изделия

На изделии установлена одна пломба предприятия-изготовителя.

1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка обеспечивает сохранность и необходимую защиту изделия от воздействия внешних факторов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании, хранении.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Условия эксплуатации приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры воздействия внешних климатических факторов

Воздействующий фактор	Значение характеристики
Повышенная температура окружающей среды [°C]	40
Пониженная температура окружающей среды, [°C]	минус 20

2.1.2 Около изделия не допускается нахождение устройств или поверхностей, оказывающих дополнительный нагрев.

2.1.3 Для охлаждения изделия во время работы необходимо обеспечить свободный приток охлаждающего воздуха и свободный отвод нагретого воздуха.

2.1.4 Запрещается использовать любые кожухи и иные конструктивные элементы, препятствующие притоку охлаждающего и отводу нагретого воздуха.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

2.2.1.1 Монтаж изделия должен производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей» изучившим настоящее Руководство персоналом, прошедшим обучение по электробезопасности с присвоением группы не ниже III.

2.2.1.2 Запрещается прикладывать усилие к фазным выводам и кабелю энкодера.

2.2.1.3 Запрещается производить монтажные или ремонтные работы с изделием, подключённом к инвертору и источнику питания. Перед осуществлением любых действий по установке или обслуживанию следует отключить изделие от инвертора, а также полностью остановить механическое вращение. Следует принять дополнительные меры, предотвращающие возможность случайного пуска изделия.

2.2.1.4 Необходимо обеспечить надёжный электрический контакт корпуса изделия (через задний фланец) с корпусом совместимого инвертора (в случае применения инвертора КЛИ/КТИ 150-3/150-6, производства АО ПКК «Миландр» – через радиатор) либо через токопроводящие несущие конструкции, либо через линию фильтрации помех.

2.2.1.5 Запрещается проводить монтаж изделия без проведения внешнего осмотра. При подключении изделия к внешним цепям следует использовать кабельные линии и провода, не имеющие поврежденной изоляции.

2.2.1.6 Вращающиеся части изделия должны иметь ограждения от случайных прикосновений.

2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра

2.2.2.1 Внешний осмотр изделия выполняется в следующем объеме:

- проверка отсутствия механических повреждений, дефектов гальванических и лакокрасочных покрытий, проверка чистоты присоединительных клемм изделия;
- ротор изделия должен вращаться свободно от руки без заеданий, стуков, треска и шума подшипников;
- проверка отсутствия нарушений в целостности пломбы;
- проверка комплектности поставки изделия;
- проверка наличия маркировки изделия и её соответствия эксплуатационной документации.

2.2.3 Правила и порядок осмотра и проверки готовности изделия к использованию

Перед вводом в эксплуатацию изделия, необходимо провести измерение сопротивления изоляции обмоток мегаомметром номинальным напряжением 500 В. Сопротивление замерять от фазного кабеля на корпус. Измерение следует проводить на неподключенном изделии.

Сопротивление изоляции обмоток в холодном состоянии, при нормальных климатических условиях, должно быть не менее 10 МОм.

Если сопротивление изоляции обмоток ниже приведенных значений, то необходимо произвести просушку изделия при температуре не выше 40°C до выравнивания значения сопротивления изоляции обмоток.

2.2.4 Указания об ориентировании изделия

Потребитель несёт полную ответственность за качество и правильность присоединения изделия к несущим конструкциям, а также за качество и правильность присоединения к изделию исполнительных механизмов, передающих и преобразующих крутящий момент. В настоящем Руководстве даны указания и все присоединительные размеры, необходимые для качественного монтажа и правильной эксплуатации изделия.

Монтаж изделия с исполнительным механизмом осуществляется путем его крепления на несущей конструкции с помощью предусмотренных для этой цели болтов или шпилек М8, вворачиваемых в отверстия крепёжного фланца на глубину 10-12 мм. Момент затяжки должен составлять 15-20 Н·м.

Запрещается во время сборочных работ наносить удары по любым элементам изделия и соединяемым с ним устройствам, а также производить любые сварочные работы с протеканием тока через детали изделия.

Присоединительные размеры изделия показаны на рисунке 3.

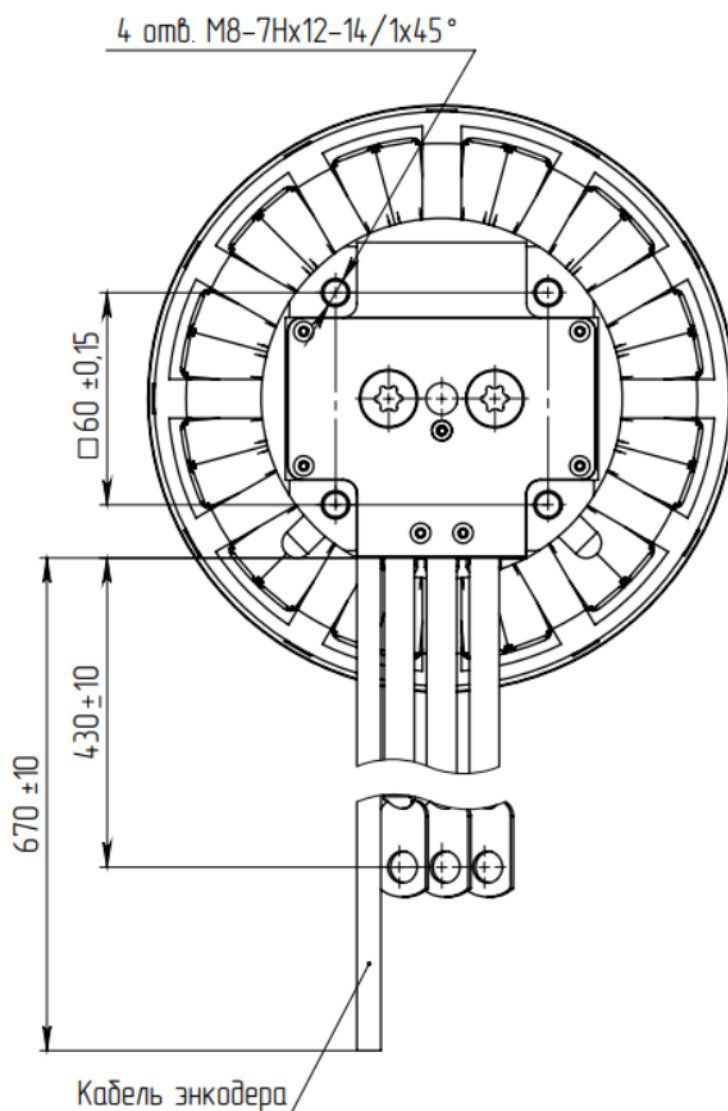


Рисунок 3 – Присоединительные размеры изделия к несущей конструкции

Присоединительный элемент (например, ступица пропеллера) исполнительного механизма крепится к изделию с помощью винтов или шпилек М6, вворачиваемых в крепёжные отверстия передней крыльчатки ротора, на глубину 12-14 мм. Момент затяжки должен составлять 10-15 Н·м. На рисунке 4 показаны присоединительные размеры изделия к исполнительному механизму.

Вращающиеся части исполнительного механизма должны быть сбалансированы до класса точности балансировки G2,5 (остаточный удельный дисбаланс не более 5 г·мм/кг) по ГОСТ ИСО 1940-1-2007.

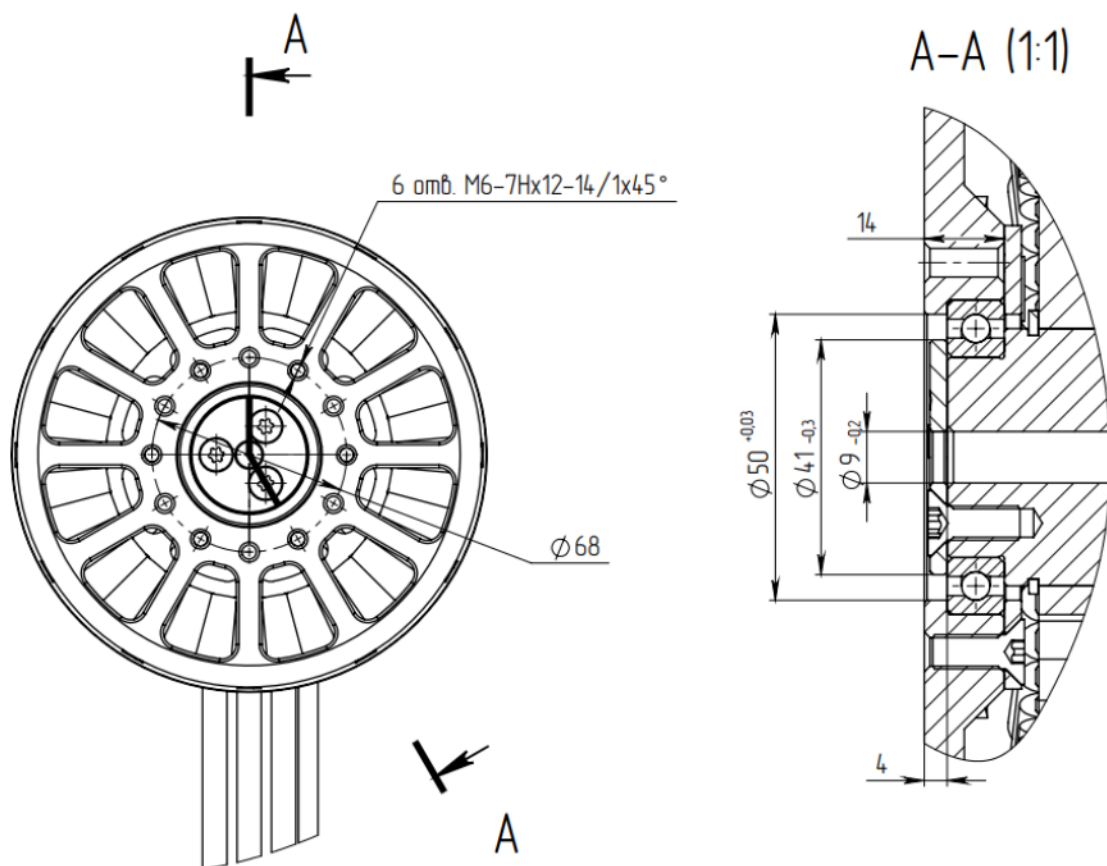


Рисунок 4 – Присоединительные размеры изделия к исполнительному механизму

Все резьбовые соединения должны быть застопорены с помощью анаэробного фиксатора резьбы, герметика, либо иным способом, обеспечивающим надёжное крепление изделия к несущей конструкции и к исполнительному механизму, исключающее самопроизвольное откручивание под действием вибрационных нагрузок.

Перед пробным пуском изделия необходимо убедиться в надёжности присоединения фазных выводов.

Необходимо проверить, чтобы вокруг изделия было достаточно пространства для свободной циркуляции воздуха.

2.2.5 Указания по включению и опробованию работы изделия

Для подключения питания изделия предусмотрены три фазных вывода с клеммами ТМЛс 16-6 (под крепеж М6). Фазные выводы подключаются к фазным клеммам инвертора.

Фазные выводы должны быть уложены без натяжения, обеспечивая надежное соединение клемм изделия и инвертора. Размещение кабелей не должно приводить к их натяжению и повреждению при воздействии вибрации изделия, несущей конструкции или исполнительного механизма.

Места соединения клемм должны быть чистыми, сухими и не иметь следов коррозии. Для обеспечения надёжности соединения фазных выводов изделия с клеммами инвертора клеммы ТМЛс 16-6 должны быть притянуты с моментом затяжки 6-8 Н·м.

Кабель энкодера имеет выводы датчиков определения углового положения ротора, жилы питания датчиков, а также выводы от датчика температуры обмоток статора. Таблица распайка кабеля энкодера представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица распайка кабеля энкодера

Цепь	Назначение
Hall1	Зеленый
Hall2	Коричневый
Hall3	Серый
+5s	Розовый
GNDs	Экран
TmotSense	Белый
TmotGND	Желтый

Кабель энкодера следует подключить к соответствующему разъёму инвертора (схема подключения в руководстве по эксплуатации на инвертор).

Кабель энкодера рекомендуется укорачивать до необходимой длины с сохранением распиновки.

В изделии используется аналоговый энкодер sin-cos типа с датчиками Холла с резервированием. Для подключения энкодера необходимо учитывать его электротехнические особенности, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Основные технические характеристики энкодера

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания (V_s) [В]	5±0,2
Потребляемый ток [мА]	20..30
Напряжение выходное при магн. индукции = 0 Гс [В]	2,5±0,1
Диапазон выходного напряжения максимальный [В]	0,4..($V_s-0,4$)
Макс выходной ток [мА]	1,5

Также в обмотки изделия вклеен терморезистор NTCLG100E2103JB (10кОм ТКС 3977).

Запрещается эксплуатация изделия без подключения датчика температуры к совместимому инвертору.

Рекомендуется эксплуатация изделия в сенсорном режиме с подключением аналогового энкодера sin-cos типа к совместимому инвертору.

2.3 Использование изделия

2.3.1 Порядок действия при выполнении задач применения изделия

Рекомендуется проводить первый запуск изделия без соединения с исполнительным механизмом

После осмотра и проверки готовности изделия к использованию необходимо провести калибровку и настройку изделия в соответствии с эксплуатационной документацией совместимого инвертора.

2.3.2 Перечень возможных неисправностей в процессе использования изделия и рекомендации по действиям при их возникновении

Во время эксплуатации изделия рекомендуется периодический контроль:

- а) состояния подшипников, на предмет появления постороннего шума и вибрации;
- б) температуры подшипников.

О каждом факте выходе из строя элементов изделия следует сообщать на предприятие-изготовитель. Продолжение эксплуатации изделия после выявления дефекта без согласования с предприятием-изготовителем запрещено, так как это может привести к повреждению оборудования и нанесению иного вреда, в т.ч. здоровью людей, и влечёт односторонний отказ от исполнения гарантийных обязательств.

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Метод устранения
Изделие при пуске не вращается	Не проведена калибровка энкодера	Провести калибровку по инструкции совместимого инвертора
	Обрыв фазы	Проверить и восстановить подачу питания
	Механическое заклинивания исполнительного механизма	Устранить помеху препятствующую свободному вращению ротора изделия
Остановка работающего изделия	Отсутствует питание (обрыв фазы)	Обесточить, проверить и восстановить подачу питания
	Обрыв кабеля энкодера	Обесточить, проверить и восстановить соединение энкодера
	Механическое заклинивания	Обесточить, устранить повреждение препятствующее свободному вращению ротора изделия
	Повреждение энкодера	Обесточить, подключить жилы кабеля энкодера к осциллографу (3 канала) и источнику питания (+5В), путем вращения от руки ротора изделия проконтролировать наличие sin сигнала на каждом канале энкодера

Некорректное отображение температуры изделия	Повреждение термодатчика	Обесточить, отключить изделие от инвертора и провести контроль сопротивления термодатчика (в нормальных климатических условиях $R = 10\text{кОм}$)
	Термодатчик не подключен (обрыв)	Обесточить, проверить и восстановить подключение термодатчика
Посторонний шум и вибрация изделия	Несоосность изделия с исполнительным механизмом	Проверить и устранить несоосность сопрягаемых узлов
	Исполнительный механизм и ротор изделия динамически не сбалансированы	Уменьшить дисбаланс исполнительного механизма до заданного уровня (не более 5 г·мм/кг)
	Недостаточно жёсткости соединения изделия с несущей конструкцией	Усилить жёсткость несущей конструкции
	Недостаток/загрязнение смазки в подшипниках	Провести замену смазки, либо замену подшипника (выполняется на предприятии-изготовителе)
	Повреждение подшипника/ выдавливание смазки за пределы подшипника	Обратиться на предприятии-изготовитель для ремонта

Примечание – после устранения неисправностей провести внешний осмотр изделия в части проверки сопротивления изоляции, отсутствия механических повреждений и свободного вращения ротора изделия без заеданий, стуков, треска и шума подшипников.

2.3.3 Меры безопасности при использовании изделия по назначению

Изделие содержит электрические цепи под напряжением, а также вращающиеся с высокой частотой элементы, поэтому запрещено проводить работы с изделием и исполнительным механизмом до полной остановки и отключения инвертора и источника питания.

Не допускается использование изделия не по назначению, крепление к несущим конструкциям с нарушением требований настоящего руководства.

Категорически запрещается использование неисправного изделия, а также изделия, имеющего любые признаки неисправностей или отклонения от нормальной работы. В случае обнаружения поломок и регистрации факта выхода параметров за пределы, установленные в настоящем руководстве, следует

немедленно остановить работу изделия и отключить его от инвертора и источника питания.

2.4 Действия в экстремальных условиях

2.4.1 Действия при попадании в аварийные условия эксплуатации

Изделие должно быть немедленно отключено от источника питания, даже если цепь питания имеет защиту от перегрузки, в следующих случаях:

- а) при несчастных случаях с людьми;
- б) при появлении дыма или искрения из корпуса изделия, а также из подключенных к нему устройств;
- в) при поломке исполнительного механизма;
- г) при резком увеличении вибрации и шума подшипников.

2.4.2 Перегрузка или сбой в питании могут привести к перегреву или замыканию обмотки статора изделия на корпус, что может вызвать выделение токсичных паров из изоляции. Персонал не должен приближаться к изделию до тех пор, пока область эксплуатации не будет очищена от токсичных паров. Следует дать изделию время остыть перед проведением любого исследования.

ВНИМАНИЕ. В случае возгорания изделия для его тушения необходимо применять только углекислотные огнетушители. Запрещается применять воду и пенные огнетушители.

ВНИМАНИЕ: Запрещается поливать водой изделие, находящееся под напряжением, поскольку поражение электрическим током может привести к серьезной травме или смертельному исходу.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 При эксплуатации изделия следует периодически проводить технический осмотр, в ходе которого необходимо очистить изделие от пыли и грязи; при необходимости прочистить вентиляционные отверстия на цилиндрической поверхности ротора; проверить уровни затяжки резьбовых соединений фазных выводов с инвертором, изделия с несущей конструкцией и исполнительным механизмом.

Для очистки поверхностей следует использовать мягкие щетки или чистую хлопчатобумажную ткань. Для удаления неабразивной пыли и скопившейся грязи допускается использовать струю сжатого воздуха. Масляные или влажные загрязнения следует удалять ветошью, смоченной подходящим растворителем.

3.1.2 Периодичность технических осмотров устанавливается в зависимости от условий эксплуатации, но не реже одного раза в три месяца.

3.1.3 Подшипники входящие в состав изделия устанавливаются на предприятии-изготовителе с заданным преднатягом. Объем смазки в подшипниках заложен на весь срок службы изделия. В случае отказа подшипника, свяжитесь с предприятием-изготовителем для ремонта или замены изделия.

3.1.4 Несоблюдение требований настоящего РЭ и нарушение правил технической эксплуатации электроустановок при работе с изделием могут вывести его из строя.

3.1.5 Ремонт изделия, в том числе замена подшипниковых узлов осуществляется предприятием-изготовителем с использованием специального оборудования и оснастки.

4 Хранение

4.1 Изделие должно храниться в упаковке предприятия-изготовителя в складских помещениях, защищающих изделие от воздействия атмосферных осадков, при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей, на расстоянии не менее 1 м от отопительных и нагревательных приборов.

4.2 Условия хранения: отапливаемое хранилище, температура от 5 до 40°C и относительная влажность не более 80% при температуре 25 °С.

4.3 При длительном хранении или продолжительном простое, в том числе и нового изделия, рекомендуется каждые три месяца проворачивать ротор для предотвращения загустевания смазки и контактной коррозии подшипников.

4.4 При хранении изделий в помещении не должно содержаться агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию. Во избежание повреждения подшипников, изделия рекомендуется хранить в помещениях, не подверженных вибрации.

5 Транспортирование

5.1 Транспортирование и хранение изделия осуществляется в индивидуальной упаковке, рассчитанной на транспортировку всеми видами автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта.

5.2 При авиатранспортировании изделие должно быть размещено в отапливаемых герметизированных отсеках.

5.3 Изделие при транспортировании должно быть жестко закреплено в транспортных средствах для обеспечения устойчивого положения, исключения смещений, соударений.

5.4 После транспортирования изделий в условиях отрицательных температур их распаковка должна производиться после выдержки в течение не менее 3 ч при температуре от 15 до 35 °С

6 Утилизация

Изделия, выработавшие свой ресурс, не представляют опасности для окружающей среды и здоровья человека и подлежат утилизации.

Для утилизации изделие подлежит передаче организациям, занимающимся переработкой черных и цветных металлов. Материалы (алюминий, медь, сталь) перерабатываются для вторичного использования. Детали из органических соединений (лак, пластмассовые детали, резина и др.) утилизируются с соблюдением экологических норм.

Изделие не содержит и в процессе хранения и эксплуатации не выделяет в окружающую среду отравляющие вещества, тяжелые металлы и их соединения.

