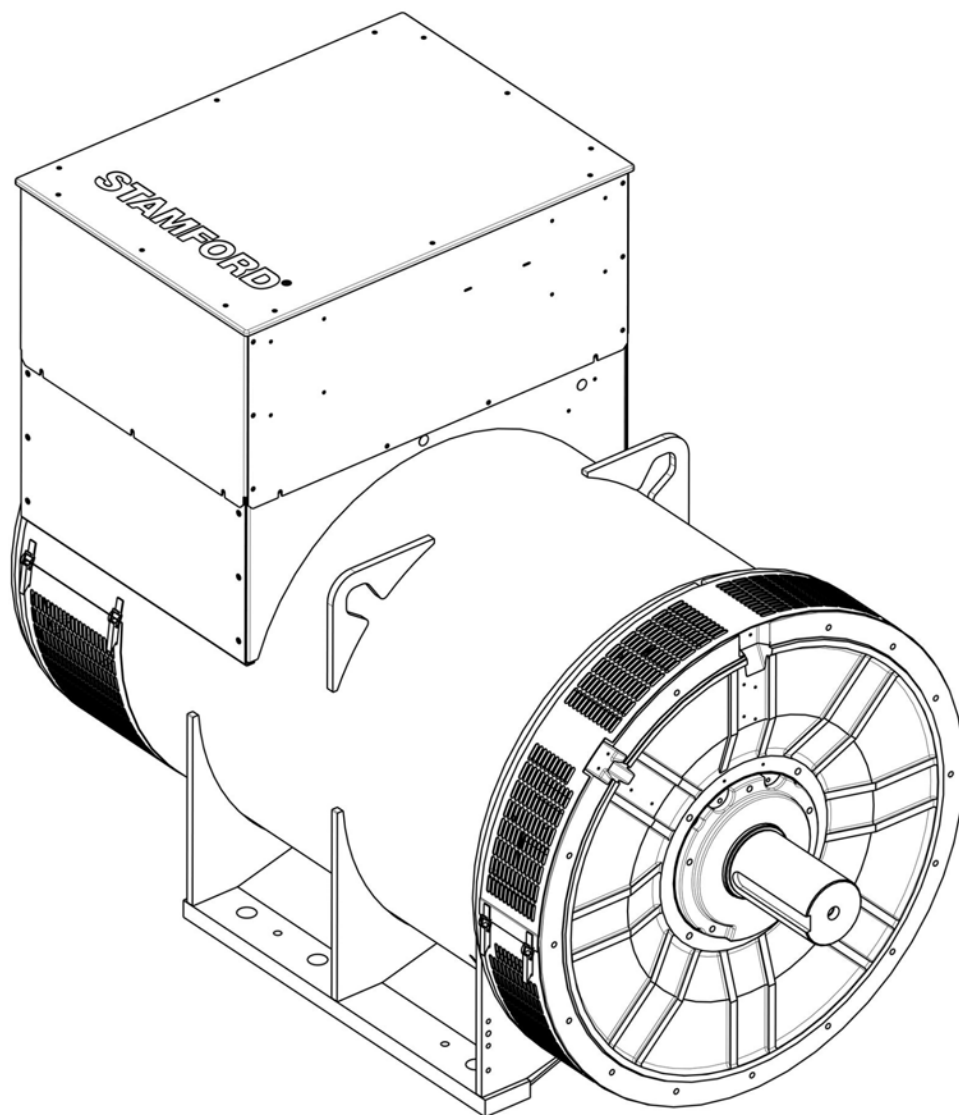


ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА PG7
МОНТАЖ, ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ



Содержание

| | |
|--|----|
| 1. ПРЕДИСЛОВИЕ | 1 |
| 2. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ | 3 |
| 3. ДИРЕКТИВЫ И СТАНДАРТЫ БЕЗОПАСНОСТИ | 7 |
| 4. ВВЕДЕНИЕ | 9 |
| 5. АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ (АРН) | 13 |
| 6. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА | 15 |
| 7. УСТАНОВКА В ГЕНЕРАТОРНУЮ УСТАНОВКУ | 21 |
| 8. СЕРВИСНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ | 31 |
| 9. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ..... | 63 |
| 10. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ | 83 |
| 11. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ..... | 89 |
| 12. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ И ПОСЛЕПРОДАЖНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ | 91 |
| 13. УТИЛИЗАЦИЯ ПО ОКОНЧАНИИ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ..... | 93 |





Эта страница намеренно оставлена пустой.



1 Предисловие

1.1 Руководство

В настоящем руководстве приведены рекомендации и инструкции по установке, сервисному и техническому обслуживанию генератора. Этот генератор оптимизирован для монтажа в генераторной установке (ГУ), снабженной сертификатом соответствия электросетевым стандартам.

Генератор оборудован регистратором данных GenSentry, обеспечивающим запись параметров генератора. Данные могут быть перенесены на персональный компьютер для анализа. Дополнительные сведения см. в инструкциях пользователя регистратора данных GenSentry.

До начала эксплуатации генератора необходимо прочитать настоящее руководство и убедиться, что персонал, работающий с оборудованием, имеет доступ к руководству и всей поставляемой сопроводительной документации. Неправильная эксплуатация, нарушение инструкций и использование неразрешенных деталей может стать основанием для аннулирования гарантии и причиной несчастных случаев.

Настоящее руководство входит в комплект поставки генератора. Убедитесь, что руководство будет доступно всем пользователям в течение всего срока службы генератора.

Руководство ориентировано на квалифицированных электриков, механиков и инженеров, имеющих базовые знания и опыт работы с генерирующим оборудованием данного типа. При возникновении вопросов обращайтесь к специалистам либо в ближайший офис компании Cummins Generator Technologies.

ПРИМЕЧАНИЕ

Информация в настоящем руководстве действительна на момент публикации. Политика постоянного совершенствования продукции подразумевает ее периодическое изменение. Обратитесь на сайт www.cumminsgeneratortechnologies.com для ознакомления с самой новой документацией.



Эта страница намеренно оставлена пустой.



2 Правила техники безопасности

2.1 Информация и примечания по технике безопасности, используемые в настоящем руководстве

Поля "Опасно", "Предупреждение" и "Внимание" в настоящем руководстве указывают на источники опасности, возможные последствия и способы предотвращения травм. Поля "Примечание" обозначают важные и крайне необходимые инструкции.

ОПАСНО

"Опасно" указывает на опасную ситуацию, которая, если ее не устранить, ПРИВЕДЕТ к смертельному исходу или серьезной травме.

ОСТОРОЖНО

"Предупреждение" указывает на опасную ситуацию, которая, если ее не устранить, МОЖЕТ ПРИВЕСТИ к смертельному исходу или серьезной травме.

ВНИМАНИЕ

"Внимание" указывает на опасную ситуацию, которая, если ее не устранить, МОЖЕТ ПРИВЕСТИ к травме небольшой или средней тяжести.

ПРИМЕЧАНИЕ

"Примечание" касается способа эксплуатации или режима работы, которые могут привести к повреждению оборудования, либо служит для привлечения внимания к дополнительной информации и пояснениям.

2.2 Требования к навыкам персонала

ОСТОРОЖНО

Сервисное и техническое обслуживание должно проводиться исключительно опытными и квалифицированными инженерами, знакомыми с порядком работы и оборудованием.

2.3 Оценка рисков

ОСТОРОЖНО

Оценка рисков производится пользователем или управляющей компанией с целью определения всех рисков для персонала. Все пользователи, которых это касается, должны пройти обучение по выявленным рискам. К энергетическим и генераторным установкам во время работы должны допускаться только лица, прошедшие обучение по данным рискам.

2.4 Средства индивидуальной защиты

ОСТОРОЖНО

Все лица, работающие на энергетических и генераторных установках, эксплуатирующие их, проводящие сервисное и техническое обслуживание, должны иметь средства индивидуальной защиты.

Рекомендуются следующие средства индивидуальной защиты:

- защитные очки и шумозащитные устройства;
- средства защиты головы и лица;
- защитная обувь;
- спецодежда, закрывающая до конца руки и ноги.

Все лица должны быть полностью осведомлены о порядке действий в аварийных ситуациях.

2.5 Шум

ВНИМАНИЕ

Генераторы излучают шум. Всегда носите соответствующие средства защиты слуха. Максимальный А-взвешенный эквивалентный непрерывный уровень шума может достигать 110 дБ(А). За информацией о применении конкретных изделий обращайтесь к поставщику.

2.6 Электрическое оборудование

ВНИМАНИЕ

Любое электрическое оборудование при ненадлежащей эксплуатации может представлять собой опасность. Установка, сервисное и техническое обслуживание генератора должны производиться исключительно в соответствии с настоящим руководством.

Работы, для которых необходим доступ к токопроводящим жилам, должны проводиться в соответствии с действующими местными и общегосударственными нормативами по электробезопасности для соответствующего напряжения и правилам конкретного предприятия. Устанавливайте только фирменные запасные части.

2.7 Блокировка и предупредительная маркировка

ОСТОРОЖНО

Перед проведением работ по сервисному или техническому обслуживанию необходимо изолировать генератор от всех источников механической и электрической энергии. Следует предпринять надлежащие меры по блокировке и предупредительной маркировке.

2.8 Подъем

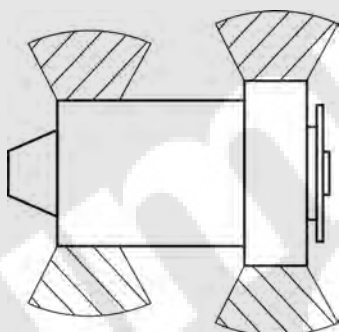
ОСТОРОЖНО

Указанные точки подъема рассчитаны только на подъем генератора. Запрещается поднимать генераторную установку в сборе (генератор вместе с источником двигательной энергии) за точки подъема генератора.
Не снимайте табличку с правилами подъема, прикрепленную в одной из точек подъема.

2.9 Зоны эксплуатации генератора

ОСТОРОЖНО

Серьезная авария может сопровождаться выбросом деталей в местах впуска воздуха в генератор и его выпуска из генератора (на схеме эти зоны обозначены штриховкой). Не помещайте устройства управления в зонах впуска/выпуска воздуха и не допускайте нахождения сотрудников в этих зонах при работающем генераторе.



2.10 Предупреждающие об опасности таблички

Предупреждающие об опасности таблички прикреплены к генератору. При утере, повреждении или закраске оригинальных табличек их необходимо заменить запасными, поставляемыми в специальном футляре вместе с генератором. Расположение табличек показано на задней стороне набора табличек.





2.11 Общие указания

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные меры безопасности представляют собой общие указания в дополнение к собственным правилам техники безопасности и всем действующим нормативам и стандартам.



3 Директивы и стандарты безопасности

Генераторы переменного тока STAMFORD отвечают действующим европейским директивам по безопасности и национальным и международным стандартам, относящимся к генераторам. Генератор должен эксплуатироваться в пределах, установленных соответствующими стандартами, и в пределах параметров, указанных на паспортной табличке генератора.

Судовые генераторы отвечают требованиям всех основных морских регистров.

3.1 Европейские директивы: Декларация соответствия ЕС для монтажа

EC Declaration of Conformity Generator Technologies


This synchronous a.c. generator is designed for incorporation into an electricity generating-set and fulfils all the relevant provisions of the following EC Directive(s) when installed in accordance with the installation instructions contained in the product documentation:

| | |
|-------------|-------------------------|
| 2006/95/EC | Low Voltage Directive |
| 2004/108/EC | The EMC Directive |
| 2006/42/EC | The Machinery Directive |

and that the standards and/or technical specifications referenced below have been applied:

| | |
|---------------------|---|
| EN 61000-6-1:2007 | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments |
| EN 61000-6-2:2005 | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-2: Immunity for industrial environments |
| EN 61000-6-4:2007 | Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards – Part 6-4: Emission standard for industrial environments |
| EN ISO 12100-1:2003 | Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology |
| EN ISO 12100-2:2003 | Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design -Part 2: Technical principles |
| EN ISO 14121-1:2007 | Safety of machinery - Risk assessment - Part 1: Principles |
| EN 60034-1:2004 | Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance |
| BS ISO 8528-3:2005 | Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 3: Alternating current generators for generating sets |
| BS 5000-3:2006 | Rotating electrical machines of particular types or for particular applications - Part 3: Generators to be driven by reciprocating internal combustion engines - Requirements for resistance to vibration |

The manufacturer's authorised representative in the Community and person empowered to draw up this declaration and to compile the relevant technical documentation, on behalf of the manufacturer is Mr Jeffrey Matthews - Director Engineering, Cummins Generator Technologies, Barnack Road, Stamford, Lincolnshire, PE9 2NB, England.

Signed:  Date: 21st December 2009

Description: _____ Serial Number: _____

Registered in England under Registration No. 441273.
Cummins Generator Technologies Ltd. Registered Office: Barnack Road, Stamford, Lincolnshire PE9 2NB, England.

К каждому генератору, поставляемому в Европейскую экономическую зону (ЕЕА), прилагается Декларация соответствия нормам ЕС для монтажа в электрической генераторной установке. Обеспечение соответствия генераторной установки в сборе директивам и стандартам ЕС является обязанностью производителя генераторной установки.

Уполномоченным представителем компании в Европейском Сообществе является г-н Джеффри Мэттьюз (Jeffrey Matthews), технический директор Cummins Generator Technologies Ltd.

Все генераторы STAMFORD соответствуют следующим стандартам и директивам.

Директивы:

- Директива по электромагнитной совместимости 2004/108/ЕС
- Директива по низковольтному оборудованию 2006/95/ЕС
- Директива по машинному оборудованию 2006/42/ЕС

Стандарты:

- EN 61000-6-1 Электромагнитная совместимость - общие стандарты - помехоустойчивость для жилых, коммерческих и легких промышленных установок
- EN 61000-6-2 Электромагнитная совместимость - общие стандарты - помехоустойчивость для промышленных установок
- EN 61000-6-4 Электромагнитная совместимость – общие стандарты – стандарт помехоэмиссии для промышленных зон с низким энергопотреблением
- EN ISO 12100-1 Безопасность оборудования – базовые концепции, основные принципы разработки - базовая терминология, методология
- EN ISO 12100-1 Безопасность оборудования – базовые концепции, основные принципы разработки - технические принципы
- EN ISO 14121-1 Безопасность оборудования, оценка рисков - принципы
- EN 60034-1 Вращающиеся электрические машины - номинальная мощность и производительность
- BS ISO 8528-3 Генераторные установки переменного тока, приводимые в действие поршневым двигателем внутреннего сгорания - генераторы переменного тока для генераторных установок
- BS 5000-3 Вращающиеся электрические машины - генераторы, приводимые в действие поршневыми двигателями внутреннего сгорания - требования к вибростойкости

ПРИМЕЧАНИЕ

После монтажа генератора в генераторной установке ответственность за соответствие генераторной установки применимым спецификациям и стандартам несет ее изготовитель.

3.2 Дополнительная информация о соответствии директиве по электромагнитной совместимости

Генераторы STAMFORD отвечают нормам выбросов директивы по электромагнитной совместимости и стандартам помехоустойчивости в производственной среде. В документе под редакцией N4/X/011 перечислено дополнительное оборудование, которое может потребоваться при установке генератора в жилой, коммерческой среде и в легкой промышленности.

Для грунтового заземления установки необходимо подсоединение рамы генератора к проводу защитного заземления на месте кабелем минимальной длины.

Установка, техническое и сервисное обслуживание должны производиться надлежащим образом обученным персоналом, знакомым с требованиями соответствующих директив ЕС.

ПРИМЕЧАНИЕ

Cummins Generator Technologies не несет ответственности за соответствие директиве по электромагнитной совместимости в случае использования для сервисного и технического обслуживания иных деталей, кроме фирменных деталей STAMFORD.

4 Введение

4.1 Общее описание

Генераторы PG7 характеризуются бесщеточной конструкцией с вращающимся полем, представлены моделями до 400 В, 50 Гц (1500 об/мин, 4 полюса) и соответствуют части 3 стандарта BS5000 и международным стандартам.

4.2 Расположение серийного номера

Уникальный серийный номер проштампован на верхней секции кронштейна на приводном конце и указан в двух местах на наружной стороне клеммной коробки.

4.3 Паспортная табличка

По окончании сборки и окраски генераторной установки необходимо установить самоклеющуюся паспортную табличку, поставляемую вместе с генератором.

⚠ ОСТОРОЖНО

При эксплуатации генератора за пределами параметров, указанных в паспортной табличке, может произойти перегрев генератора. Перегрев может привести к серьезной поломке, а выбрасываемые частицы могут стать причиной тяжелой травмы. Генератор должен эксплуатироваться только в пределах указанных параметров.

4.4 Установление подлинности изделия

Защищенная от подделки, с высокой степенью защиты голограмма STAMFORD расположена на учетной табличке. Убедитесь, что при просмотре голограммы с различных углов вокруг логотипа STAMFORD видны точки, а позади логотипа появляется слово "GENUINE". При недостаточном естественном освещении используйте фонарик. Подлинность генератора можно проверить, введя 7 символов уникального кода голограммы на сайте www.stamford-avk.com/verify.

| STAMFORD® | |
|---|------------------------|
| SERIAL NUMBER | DUTY |
| FRAME / CORE | EXCITATION VOLTAGE |
| BASE/(PEAK) RATING kVA | EXCITATION CURRENT |
| BASE/(PEAK) RATING kW | INSULATION CLASS |
| AMPERES BR | AMBIENT TEMPERATURE |
| (TL) | TEMPERATURE RISE |
| FREQUENCY | THERMAL CLASSIFICATION |
| RPM | ENCLOSURE |
| VOLTAGE | STATOR WINDING |
| PHASE | STATOR CONNECTION |
| PF | |
| (BASE CONTINUOUS RATING kVA BR @ 125/40C) | |
| BS 5000, Part 3 | IEC 60034-1 |
| | ISO 8528-3 |

РИС. 1. ЕДИНАЯ ФИРМЕННАЯ ТАБЛИЧКА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА STAMFORD, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ПАСПОРТНОЙ ТАБЛИЧКИ (ВВЕРХУ) И УЧЕТНОЙ ТАБЛИЧКИ (ВНИЗУ)



РИС. 2. ТОЧКИ, ВИДИМЫЕ С ЛЕВОЙ, ПРАВОЙ, ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ СТОРОНЫ ТРЕХМЕРНОЙ ГОЛОГРАММЫ

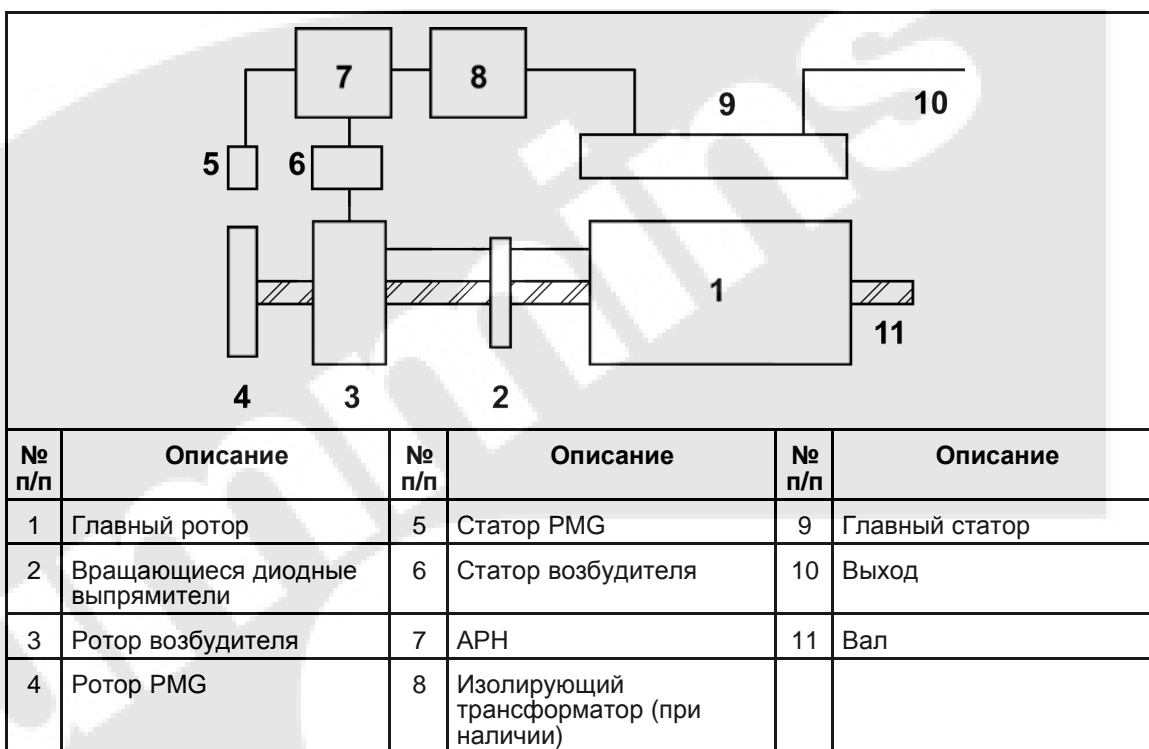
4.5 Генераторы с независимым возбуждением, управляемые АРН

4.5.1 Генератор с постоянными магнитами (PMG) возбужден - генераторы под управлением АРН

⚠ ОСТОРОЖНО

При работе с генератором на постоянных магнитах (PMG) следует принимать необходимые меры предосторожности. Он формирует сильное магнитное поле, которое может воздействовать на имплантированные медицинские приборы, а также создает опасность травмы вследствие захвата руки движущимися деталями.

АРН обеспечивает управление по замкнутому циклу через определение выходного напряжения генератора в обмотках главного статора и подачи напряжения на статор возбудителя. Напряжение, наведенное в статоре возбудителя, выпрямленное вращающимися диодными выпрямителями, намагничивает главный ротор, что индуцирует напряжение в обмотках главного статора. АРН запитывается независимо от напряжения, индуцированного в статоре генератора с постоянными магнитами (PMG) ротором постоянных магнитов.





Эта страница намеренно оставлена пустой.



5 Автоматические регуляторы напряжения (АРН)

Cummins Generator Technologies предлагает ряд автоматических регуляторов напряжения (АРН) разработанных и изготовленных с целью получения бесщеточных генераторов переменного тока STAMFORD максимальной производительности. Доступны типы с самовозбуждением и с независимым возбуждением с управлением от недорогого аналогового до сложного цифрового. Все автоматические регуляторы напряжения STAMFORD герметизированы во избежание негативного воздействия окружающей среды и смонтированы на виброизолирующем основании для дополнительной механической защиты.

Все АРН STAMFORD обладают следующими функциями:

- подключениями к дистанционному ручному подстроечному элементу для тонкой настройки выходного напряжения генератора
- защитой со спадом характеристики на пониженной частоте (UFRO) для снижения выходного напряжения генератора при падении скорости ниже пороговой, и
- подключениями к дополнительному оборудованию регулирования коэффициента мощности и статизма для запараллеливания реактивной нагрузки с другими генераторами или источниками питания

Характеристики АРН, информация о монтаже и регулировке доступны в руководства АРН, прилагаемом вместе с генератором, или на сайте www.cumminsgeneratortechnologies.com

ПРИМЕЧАНИЕ

Аналоговые входы автоматического регулятора напряжения должны быть полностью незаземленными (гальванически изолированными от земли) с прочностью изоляции 500 В переменного тока.

5.1 С независимым возбуждением

АРН с независимым возбуждением получает питание от отдельного генератора с постоянными магнитами (PMG), установленного на валу основного генератора. АРН регулирует выходное напряжение генератора путем автоматического регулирования напряженности поля статора возбудителя. Возбуждение АРН остается полноразмерным при внезапном приложении нагрузки к генератору, улучшая характеристики двигателя при пуске, коротком замыкании и электромагнитную совместимость.

5.1.1 DM110

Цифровая система управления возбуждением DM110 представляет собой контроллер на основе микропроцессора. Параметры DM110 задаются и отслеживаются с помощью программного обеспечения на подключенном персональном компьютере (ПК). Во время работы без подключения к компьютеру состояние системы управления можно отслеживать по светодиодным индикаторам на контроллере.

АРН обладает следующими дополнительными функциями:

- встроенным регулятором коэффициента мощности;

- регулируемым уровнем скорости снижения напряжения для защиты со спадом характеристики на пониженной частоте (UFRO);
- управлением плавным пуском с плавным ростом напряжения генератора при пуске;
- измерением среднеквадратичного трехфазного напряжения;
- защитой от недопустимо высокого напряжения со встроенными средствами выключения выходного устройства автоматического регулятора напряжения;
- регулируемым ограничением возбуждения:
- полным набором функций цифрового управления.

5.2 Дополнительное оборудование АРН

Дополнительное оборудование для поддержки функций АРН устанавливается на заводе-изготовителе или поставляется отдельно с инструкциями по монтажу и подключению квалифицированным специалистом.

5.2.1 Ручной подстроечный элемент (для регулирования напряжения вручную)

Ручной подстроечный элемент может устанавливаться в удобном месте (обычно в панели управления блоком генератора) и подключаться к АРН для обеспечения тонкой настройки напряжения генератора. Номинальное значение и диапазон регулирования ручного подстроечного элемента достигаются согласно Техническим характеристикам. Перед снятием закорачивающей перемычки и подсоединением ручного подстроечного реостата следует посмотреть схему электрических соединений.

5.2.2 Трансформатор статизма (для параллельной работы генераторов)

Трансформатор статизма может устанавливаться в определенном положении в главной выходной цепи генератора и подключаться к АРН для обеспечения параллельной работы с другими генераторами. Диапазон регулирования определен в Технических характеристиках. Перед снятием закорачивающей перемычки и подсоединением трансформатора статизма следует посмотреть схему электрических соединений. Для обеспечения правильной работы трансформатор статизма ДОЛЖЕН подключаться к соответствующей силовой выходной клемме, как показано на принципиальной электрической схеме машины.



6 Применение генератора

За утверждение пригодности выбранного генератора для окончательного применения отвечает заказчик.

⚠ ВНИМАНИЕ

Перегрузка генератора может привести к катастрофической аварии.

6.1 Окружающие условия

Генераторы STAMFORD в стандартном исполнении характеризуются степенью защиты IP23. IP23 не обеспечивает защиты, необходимой для использования вне помещений без дополнительных мер.

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Температура окружающего воздуха | от -15 °C до 40 °C |
| Относительная влажность | < 60% |
| Высота | < 1000 m |

Генератор разработан для окружающих условий, приведенных в таблице. Генератор может работать за пределами этих ограничений при соответствующей корректировке номинальных характеристик согласно указаниям на фирменной табличке. Если окружающие условия после поставки изменились, обратитесь на завод-изготовитель для получения пересмотренных характеристик генератора.

6.2 Расход воздуха

ТАБЛ. 1. МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ВОЗДУХА И МАКСИМАЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

| Тип генератора | 50 Hz | Максимальное падение давления между впуском и выпуском, мм (дюймы) водяного столба |
|-----------------|--|--|
| | Минимальный расход воздуха, м ³ /с (куб. фут ³ /мин) | |
| Четырехполюсный | 2.69 (5700) | 6 (0.25) |

Обеспечьте отсутствие препятствий впуску и выпуску воздуха при работе генератора.

6.3 Загрязнители воздуха

Такие примеси, как соль, масло, отработавшие газы, химические соединения, пыль и песок, снижают эффективность изоляции и сокращают срок службы обмоток. Для защиты генератора предусмотрите использование воздушных фильтров и кожуха.

6.4 Воздушные фильтры

Воздушные фильтры задерживают содержащиеся в воздухе частицы размером свыше 5 мкм. Фильтры необходимо регулярно чистить или заменять в зависимости от условий эксплуатации. Для установления соответствующего интервала между обслуживаниями часто проверяйте фильтры.

В случае монтажа фильтров на заводе-изготовителе номинальные характеристики генераторов указываются с учетом снижения интенсивности потока охлаждающего воздуха. Если фильтры модифицированы, мощность генератора должна быть снижена на 5%.

Воздушные фильтры не удаляют воду. Держите фильтры сухими с дополнительной защитой от влаги. Сырые фильтры сильнее ограничивают поток воздуха, вызывая перегрев генератора и приводя к преждевременному выходу изоляции из строя.

6.5 Условия влажности

Водопроницаемость воздуха зависит от температуры. При падении температуры воздуха ниже температуры насыщения на обмотках может образоваться конденсат, что снижает электрическое сопротивление изоляции. Во влажных условиях может потребоваться дополнительная защита, даже если генератор установлен в корпусе. Противоконденсационные нагреватели поставляются по запросу.

6.6 Противоконденсационные нагреватели

ОСТОРОЖНО

Питание подается на противоконденсационный нагреватель от отдельного источника. Перед проведением любых работ на нагревателе убедитесь в том, что источник питания отсоединен и заблокирован.

Противоконденсационные нагреватели повышают температуру воздуха вокруг обмоток для снижения конденсации, образующейся во влажных условиях, когда генератор не работает. Лучшим способом является автоматическое запитывание обогревателей при отключенном генераторе.

6.7 Корпуса

Установите корпус для защиты от неблагоприятных окружающих условий. Обеспечьте подачу воздуха в генератор с соответствующим расходом, не содержащего влаги или загрязнителей, и ниже максимальной окружающей температуры, указанной на заводской табличке.

Убедитесь в наличии достаточного доступа к генератору для безопасного проведения обслуживания.

6.8 Вибрация

Генераторы STAMFORD разработаны так, чтобы выдержать уровни вибрации, имеющие место в блоках генераторов в соответствии с требованиями ISO 8528-9 и BS 5000-3. (Там, где ISO 8528 принят для измерений в широком частотном диапазоне и BS5000 относится к преобладающей частоте любых вибраций блока генератора).

ПРИМЕЧАНИЕ

Превышение любой из приведенных выше характеристик оказывает негативное воздействие на подшипники и другие компоненты.

6.8.1 Определение BS5000–3

Генераторы должны непрерывно выдерживать уровни линейных вибраций с амплитудой 0,25 мм при частоте от 5 Гц до 8 Гц и среднеквадратичные значения скорости 9,0 мм/с при частоте от 8 Гц до 200 Гц, измеренные в любой точке непосредственно на каркасе главной рамы машины. Эти пределы относятся только к преобладающей частоте вибраций любой сложной формы волны.

6.8.2 Определение ISO 8528-9

ISO 8528-9 относится к широкой полосе частот от 10 Гц до 1000 Гц. В таблице внизу приведена выдержка из ISO 8528-9 (Таблица С.1, значение 1). Это упрощает списки таблиц в кВА и скорости допустимого действия для стандартных конструкций генераторных установок.

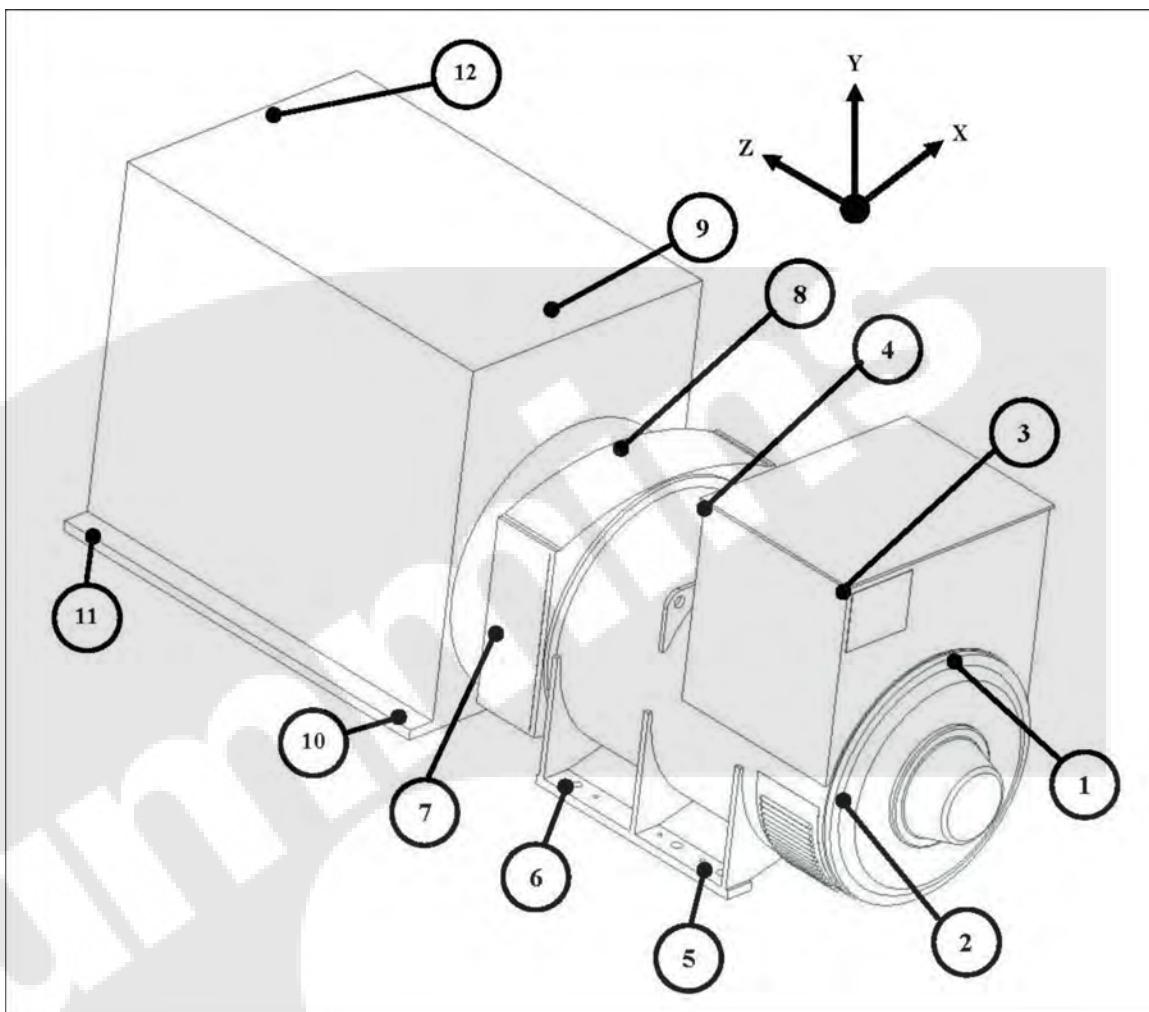
6.8.3 Пределы линейной вибрации

| Уровни линейной вибрации, измеренные на генераторе PG7 | | | | |
|--|------------------------------------|---|---|--|
| Скорость двигателя об/мин (мин ⁻¹) | Выходная мощность S (кВА) | Вибрация Смещение среднеквадратичное (мм) | Вибрация Скорость среднеквадратичная (мм/с) | Вибрация Ускорение среднеквадратичное (мм/с ²) |
| 1300 ≤ об/мин ≤ 2000 | 250 < S | 0.32 | 20 | 13 |

Взята ширина полосы 10 Гц - 1000 Гц

6.8.4 Контроль линейной вибрации

Рекомендуется использовать оборудование, анализирующее вибрацию, для измерения вибрации в указанных внизу позициях. Проверьте, что вибрация генераторной установки не превышает пределы, заданные стандартами. Если вибрация превышает предельную, то изготовитель генераторной установки должен исследовать причины и устранить их. Лучшим способом для изготовителя генераторной установки является снятие начальных показаний в качестве базовых, а для пользователя - периодически контролировать вибрацию в соответствии с рекомендованным графиком обслуживания с целью выявления тенденции к ее ухудшению.



6.8.5 Повышенная вибрация

⚠ ОСТОРОЖНО

Повышенная вибрация может вызвать катастрофический отказ генератора, способный привести к травме.

Если измеренная вибрация генераторной установки превышает предельную:

1. Производитель генераторной установки должен изменить конструкцию генераторной установки, чтобы как можно больше снизить уровни вибрации.
2. Обратитесь в Cummins Generator Technologies для оценки воздействия на ожидаемый срок службы подшипников и генератора.

6.9 Подшипники

6.9.1 Срок службы подшипников

Указанные ниже факторы сокращают срок службы подшипников и вызывают их неисправности.

- Неблагоприятные условия работы и окружающая среда
- Напряжения, вызванные неправильной выверкой валов генераторной установки

-
- Вибрации от двигателя, превышающие предельные согласно BS 5000-3 и ISO 8528-9
 - Длительные периоды (включая транспортировку), в течение которых генератор не вращается и подвергается вибрации, могут привести к износу типа ложного бринеллирования (уплощение шариков и дорожек качения).
 - Очень влажная или сырая среда, способствующая коррозии и ухудшающая качество смазки вследствие образования эмульсии.

6.9.2 Контроль состояния подшипников

Пользователю рекомендуется контролировать состояние подшипников, используя оборудование, анализирующее вибрацию. Лучшим способом является снятие первичных показаний в качестве справочных и периодический контроль состояния подшипников с целью выявления тенденции к его ухудшению. Это сделает возможным планировать замену подшипников в конкретной генераторной установке или интервал обслуживания двигателя.

Устройство GenSentry позволяет также отслеживать показания двух датчиков вибрации.

6.9.3 Ожидаемый срок службы подшипников

Производители подшипников считают, что срок службы подшипников зависит от факторов, которыми они не управляют. Вместо жестко заданного срока службы, практические интервалы замены подшипников основаны на сроке службы подшипников L1, типа смазки и рекомендаций производителей подшипников и смазки.

В общем случае при правильном проведении обслуживания, уровнях вибраций, не превышающих указанные в ISO 8528-9 и BS5000-3 и наружной температуре, не превышающей 50°C, следует планировать замену подшипников через 30000 часов работы.

В случае сомнений в любом аспекте срока службы подшипников генераторов STAMFORD обращайтесь к ближайшему поставщику генераторов STAMFORD или на завод Stamford.





Эта страница намеренно оставлена пустой.



7 Установка в генераторную установку

7.1 Подъем генератора

⚠ ВНИМАНИЕ

Точки подъема генератора рассчитаны только на подъем генератора. Не допускается поднимать генераторную установку в сборе (генератор вместе с источником энергии) за точки подъема генератора. При подъеме соблюдайте горизонтальность положения генератора. Установите специальную траверсу на одноподшипниковые генераторы для удержания главного ротора в раме.

Поднимите генератор, используя серьги со штифтами, устанавливаемые в указанные точки подъема (проушины). На табличке, закрепленной у точки подъема, указано соответствующее подъемное оборудование. Используйте цепи достаточной длины и, при необходимости, траверсу, чтобы обеспечить вертикальность цепей при подъеме. Убедитесь, что грузоподъемность подъемного оборудования достаточна для массы генератора, указанной на табличке.

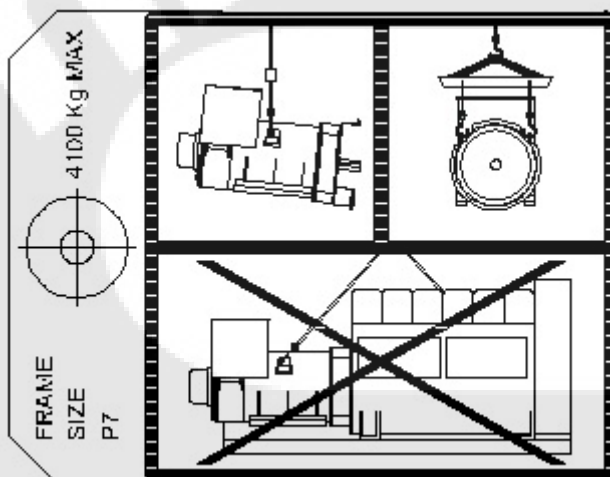


РИС. 3. ПОДЪЕМНАЯ ТАБЛИЧКА

7.2 Хранение

Если генератор не будет использоваться немедленно, его следует хранить в чистом, сухом, свободном от вибраций месте. Рекомендуется использовать противоконденсационные нагреватели.

Дополнительные инструкции в отношении подшипников находящихся на хранении генераторов см. в разделе "Сервисное и техническое обслуживание" ([Глава 8](#)) настоящего руководства.

7.2.1 После хранения

По окончании периода хранения выполните "предпусковые проверки" для определения состояния обмоток. В случае влажных обмоток или низкого сопротивления изоляции выполните одну из "процедур просушки", приведенных в разделе "Сервисное и техническое обслуживание" ([Глава 8](#)) данного руководства.

Перед началом эксплуатации генератора со смазываемыми подшипниками, находившегося на хранении в течение 6 месяцев или более, следует заново смазать подшипники. Перед началом эксплуатации генератора с герметизированными подшипниками, находившегося на хранении в течение 12 месяцев или более, следует заменить подшипники.

7.3 Частоты вибраций

Основные частоты вибраций, производимых генератором, следующие:

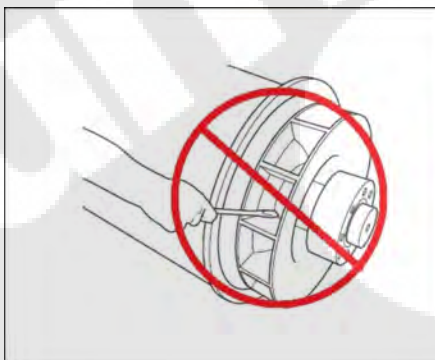
- 4-полюсный 1500 об/мин 25 Гц

Вибрации, наводимые в генераторе двигателем, являются комплексными. Разработчик генераторной установки отвечает за обеспечение выверки валов и жесткости фундаментной рамы и опор, не допускающих вибрации, превышающие предельные согласно BS5000, часть 3, и ISO 8528, часть 9.

7.4 Муфта генераторной установки

⚠ ВНИМАНИЕ

Запрещается поворачивать вал за лопасти вентилятора: это может привести к повреждению оборудования и травме.



Эффективная работа и длительный срок службы компонентов зависят от минимизации механических нагрузок на генератор. При соединении в генераторную установку нарушение выверки валов и взаимодействие с вибрациями от первичного двигателя могут вызвать механические напряжения.

Для генераторной установки требуется массивная плоская неразрывная рама для восприятия нагрузок на пол в месте установки, чтобы монтажные подкладки двигателя и генератора имели прочное основание для точной выверки. Высота всех монтажных подкладок должна быть в пределах 0,25 мм при установке на раме и 3 мм для нерегулируемых antivибрационных опор (AVM) или 10 для AVM, регулируемых по высоте. Для достижения горизонтальности используйте прокладки. Вращающиеся оси ротора генератора и выходного вала двигателя должны быть соосными (радиальная выверка) и перпендикулярными одной и той же плоскости (угловая выверка). С учетом теплового расширения ось муфты, соединяющей генератор и двигатель, должна быть выровнена в пределах 0,5 мм во избежание нежелательного воздействия осевых усилий на подшипники при рабочей температуре.

При изгибе муфты могут иметь место вибрации. Генератор рассчитан на максимальный изгибающий момент 275 кгм (2000 фунт-футов). Уточните максимальный изгибающий момент фланца двигателя у производителя двигателя.

Закрытая муфта генератора и двигателя может повысить жесткость генераторной установки. Изготовитель генераторной установки должен поставлять защиту для открытых муфт.

Во избежание коррозии при транспортировке и хранении шкворень рамы генератора, пластины муфты ротора и конец вала обработаны защитным покрытием. Удалите его перед монтажом генераторной установки.

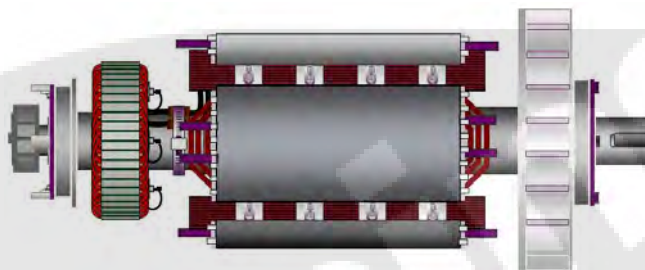


РИС. 4. У РОТОРА ГЕНЕРАТОРА С ДВУМЯ ПОДШИПНИКАМИ ПОКАЗАН ВАЛ СО ШПОНОЧНЫМ ПАЗОМ ДЛЯ ГИБКОЙ МУФТЫ (СПРАВА)

7.5 Два подшипника

Рекомендуется гибкая муфта, специально разработанная для конкретных пар двигатель/генератор для минимизации воздействия крутильных вибраций.

Если используется переходник для закрытой муфты, выравнивание сопрягаемых торцов должно проверяться совмещением торцов генератора и двигателя. При необходимости подложите прокладки под лапы генератора.

7.6 Предпусковые проверки

Перед пуском генераторной установки проверьте сопротивление изоляции обмоток, убедитесь, что все присоединения плотно затянуты и находятся в соответствующих местах. Убедитесь, что воздушные каналы генератора не забиты. Установите на место все кожухи.

7.7 Проверка сопротивления изоляции

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед этой проверкой отсоедините АРН и трансформаторы напряжения (при наличии)
Перед этой проверкой отсоедините и заземлите все резистивные и термисторные датчики температуры (при наличии).

Проверка сопротивления изоляции должна проводиться квалифицированным специалистом.

| Напряжение генератора (кВ) | Напряжение при проверке (кВ) | Минимальное сопротивление изоляции (МОм) | |
|----------------------------|------------------------------|--|-----------------|
| | | Генератор, находящийся в эксплуатации | Новый генератор |
| До 1 | 500 | 5 | 10 |

Если измеренное сопротивление изоляции меньше минимального значения, необходимо просушить обмотки генератора. См. раздел "Сервисное и техническое обслуживание" ([Глава 8](#)) настоящего руководства

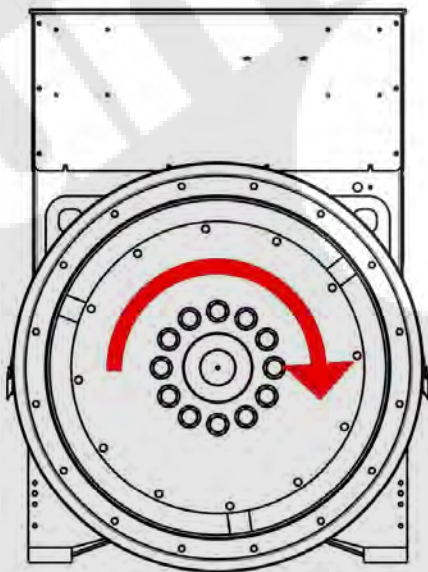
7.7.1 Проверка под высоким напряжением.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обмотки проверены под высоким напряжением при изготовлении. Повторные проверки под высоким напряжением могут повредить изоляцию и снизить срок службы. Если для приемки заказчиком требуются дополнительные испытания на месте монтажа, их необходимо проводить при пониженном напряжении: $V = 0,8 \times (2 \times \text{номинальное напряжение} + 1000)$. После пуска в эксплуатацию дальнейшие проверки с целью обслуживания должны производиться после прохождения визуального контроля и проверок сопротивления изоляции, и при пониженном напряжении $V = (1,5 \times \text{номинальное напряжение})$.

7.8 Направление вращения

Вентилятор должен вращаться по часовой стрелке, если смотреть на генератор со стороны привода (если при заказе не указано другое). Если генератор должен вращаться против часовой стрелки, обратитесь за советом в Cummins Generator Technologies.



7.9 Чередование фаз

Силовые выводы статора подключены с чередованием фаз U V W при вращении генератора по часовой стрелке, если смотреть со стороны привода. При необходимости обратной последовательности фаз заказчик может переподключить кабели выводов в клеммной коробке. Обратитесь к Cummins Generator Technologies за принципиальной схемой для обратного чередования фаз.

7.10 Напряжение и частота

Убедитесь, что напряжение и частота, указанные на паспортной табличке генератора, соответствуют требованиям к генераторной установке.

7.11 Настройки АРН

Автоматический регулятор напряжения настроен на заводе-изготовителе для предварительных испытаний в условиях эксплуатации. Проверьте соответствие параметров автоматического регулятора напряжения требуемым выходным характеристикам. Подробные инструкции по регулировке при подключенной и отключенной нагрузке см. в руководстве по автоматическому регулятору напряжения.

7.12 Электрические соединения

ОСТОРОЖНО

Неправильные электрический монтаж и защита системы могут привести к травме. Монтажники должны иметь квалификацию, позволяющую выполнять электромонтажные работы, они несут ответственность за соответствие требованиям органов надзора, местных электротехнических правил и правил техники безопасности.

Кривые токов короткого замыкания и значения реактивного сопротивления генератора можно получить по запросу на заводе-изготовителе так, чтобы разработчик системы мог рассчитать необходимую защиту от короткого замыкания и/или реагирование.

Установщик должен убедиться, что рама генератора соединена с рамой генераторной установки и должен подключаться к заземлению станции. Если антивибрационные опоры установлены между рамой генератора и его основанием, провод заземления соответствующего номинала должен идти поперек антивибрационной опоры.

Электрическое подключение кабелей нагрузки см. на принципиальных схемах. Электрические подключения произведены в клеммной коробке, выполнены со съемными панелями для обеспечения требуемых для станции вводов и герметизации кабелей. Прокладывайте одножильные кабели через изолированные или изготовленные из немагнитных материалов панели муфт кабельного ввода, входящие в комплект поставки. Панели должны сниматься для сверления или вырезания отверстий, предотвращающих попадания грязи в клеммную коробку или генератор. После монтажа проводки осмотрите клеммную коробку, при необходимости удалите посторонние частицы пылесосом и убедитесь в отсутствии повреждений внутренних компонентов и нарушений их функционирования.

В стандартном исполнении нейтраль генератора не подсоединена к раме генератора. При необходимости нейтраль может быть подключена к контакту заземления проводом сечения не менее половины площади фазного провода.

Кабели нагрузки должны поставляться в соответствии с требуемым радиусом изгиба для обеспечения входа в клеммную коробку, быть зажаты во вводе клеммной коробки и допускать перемещение не менее ± 25 мм в генераторной установке на ее антивибрационных опорах, не вызывая излишнего натяжения кабелей и силовых контактов генератора.

Пластины (уплощенные части) наконечников кабелей нагрузки необходимо прижимать к выходным клеммам главного статора таким образом, чтобы между ними был прямой контакт и выходной ток проходил через всю площадь пластины. Крепежные детали M12 затягиваются с крутящим моментом 70 Н•м, а крепежные детали M16 – с крутящим моментом 70 Н•м (главная гайка) и 45 Н•м (контргайка).

7.13 Подключение к сети: ограничители перенапряжений и микро-прерывания

Примите меры во избежание переходных напряжений, генерируемых подключенной нагрузкой и/или распределительной системой, и вызывающих повреждение компонентов генератора.

Для определения возможного риска должны быть учтены все аспекты возможного применения генератора, особенно следующее:

- Нагрузки с характеристиками, которые могут привести к большим скачкообразным изменениям.
- Управление нагрузками, осуществляемое коммутационным оборудованием и управление мощностью любым способом, способные образовывать броски переходного напряжения.
- Системы распределения, подверженные внешним воздействиям, таким как удары молнии.
- Применения, включающие в себя параллельную работу с силовой линией, в которой может возникнуть риск помех от силовых электролиний в виде микро-прерываний.

Если генератор подвергается риску перенапряжения или микропрерываний, в соответствии с нормами и требованиями к монтажу необходимо предусмотреть в системе генератора достаточную степень защиты, которая, как правило, обеспечивается разрядниками или ограничителями напряжения.

Защита от скачков напряжения должна обеспечивать снижение пикового напряжения на генераторе для импульса в переходном режиме с длительностью переднего фронта 5 мкс до величины, не превышающей $1,25 \times \sqrt{2} \times (2 \times \text{номинальное выходное напряжение} + 1000 \text{ В})$. Устройства защиты рекомендуется располагать рядом с выходными клеммами. Дополнительные рекомендации приведены в указаниях, выпускаемых профессиональными организациями и поставщиками специализированного оборудования.

7.14 Встраиваемые приложения

Эти примечания относятся к генератору, работающему параллельно с таким устройством питания, как СНР (иногда это называется когенерация).

Типовой класс термостойкости изоляции для такого режима определяется согласно ISO 8528 как “основной номинал для непрерывной работы” (BR), класс ‘F’ — непрерывная работа. Это обеспечивает оптимальную эффективность работы, а также низкое тепловое напряжение в системе изоляции обмоток.

Установите уровень рабочего напряжения согласно характеристикам местной электросети, а также указанные значения полной (кВА), реактивной (кВАр) и активной (кВт) мощности. Определите полный диапазон требуемых режимов работы с учетом рабочей диаграммы (диаграммы производительности) генератора. Приложение когенерации — это непрерывный фиксированный режим, всегда в категории ‘BR’ и без ожидаемой перегрузки.

В следующей таблице указан уровень защиты для предусмотренных конструкцией схем применения.

| Защита | Обязательная | Дополнительная |
|--|--------------|----------------|
| Перегрузка по току | X | |
| Короткое замыкание | X | |
| Нижнее значение В | X | |
| Верхнее значение В | X | |
| Нижнее значение Гц | X | |
| Верхнее значение Гц | X | |
| Дифференциал | | X |
| Замыкание на землю | | X |
| Контроль температуры статора | | X |
| Контроль вибрации | | X |
| Контроль состояния подшипников | | X |
| Обратная мощность | X | |
| Потери на возбуждение | X | |
| Управление коэффициентом мощности | X | |
| Соответствие напряжения | X | |
| Прерывание питания (векторный сдвиг, отклонение частоты) | X | |

Перегрузка генератора и настройки тока короткого замыкания защиты должны задаваться так, чтобы они были ниже кривой теплового повреждения генератора.

Если защита от перегрузки и короткого замыкания обеспечивается автоматическим выключателем, важно правильно настроить параметры защиты. Автоматические выключатели обычно рассчитаны на работу с питанием от сети, которое выдерживает более высокие и длительные продолжительности уровня отказа, чем может выдержать генератор. Параметры защиты от перегрузки по току и короткого замыкания необходимо задать в соответствии с рабочей диаграммой генератора, а не с характеристиками перегрузки по току и короткого замыкания, прилагаемыми к автоматическому выключателю.

Имеются листки данных генераторов, помогающие рассчитать эти настройки.

7.15 Изменяющаяся нагрузка

При определенных условиях изменения нагрузки могут привести к сокращению срока службы генератора.

Проверьте наличие факторов риска, обращая особое внимание на указанные ниже факторы.

- Большие емкостные нагрузки (например, оборудование для корректировки коэффициента мощности), которые могут влиять на устойчивость работы генератора и вызывать проскальзывание полюсов.
- Скачкообразное изменение напряжения электросети (например, при переключении ответвлений).

Если генератор подвергается риску изменений нагрузки, в системе генератора необходимо обеспечить достаточную степень защиты от недовозбуждения.

7.16 Синхронизация

7.16.1 Параллельная работа или синхронизация генераторов переменного тока

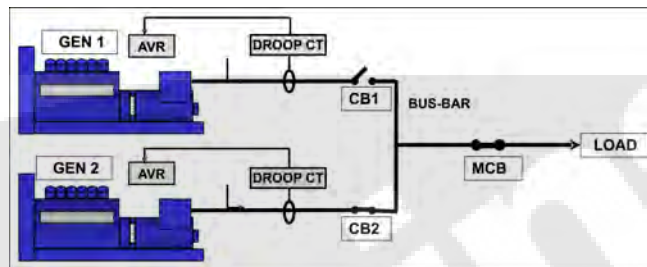


РИС. 5. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ИЛИ СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Сигнал на выходе понижающего трансформатора тока со сдвигом фаз на 90 градусов пропорционален реактивному току; корректировка возбуждения с помощью автоматического регулятора напряжения позволяет понизить уравнивающий ток и распределить реактивную нагрузку между всеми генераторами. Для устанавливаемого на заводе-изготовителе понижающего трансформатора тока задано снижение напряжения на 5% при нулевом коэффициенте мощности для полной нагрузки. О контроле статизма см. в прилагаемом руководстве по автоматическому регулятору напряжения.

- Тип переключателя синхронизации/автоматического выключателя (CB1, CB2) необходимо выбрать таким образом, чтобы его функционирование не приводило к "дребезгу контактов".
- Переключатель синхронизации/автоматический выключатель должен обладать номинальными характеристиками, позволяющими непрерывно выдерживать полный ток нагрузки генератора.
- Переключатель/автоматический выключатель должен выдерживать жесткие циклы замыкания в процессе синхронизации, а также и токи, возникающие при выпадении параллельно подключенного генератора из синхронизма.
- Время замыкания переключателя синхронизации/автоматического выключателя должно определяться параметрами синхронизатора.
- Переключатель/автоматический выключатель должен сохранять работоспособность в состоянии отказа, включая короткое замыкание. Доступны листки данных генератора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Уровень неисправности может включать в себя влияние других генераторов, а также от сети/цепи питания общего назначения.

Способ синхронизации должен быть или автоматическим, или с контролем синхронизации. Использование ручной синхронизации не рекомендуется. Настройки синхронизационного оборудования должны быть такими, чтобы генератор мог закрываться плавно.

⚠ ВНИМАНИЕ

Превышение указанных ниже предельно допустимых значений параметров синхронизации может привести к серьезной аварии генератора.

| Чередование фаз должно соответствовать | |
|--|------------|
| Разность напряжений | +/- 0,5% |
| Разность частот | 0,1 Гц/сек |
| Угол сдвига фаз | +/- 10° |
| Время закрытия С/В | 50 мс |

Настройки синхронизационного оборудования для достижения этого должны быть в пределах этих параметров.

Разность напряжений при запараллеливании с сетью/цепью питания общего назначения составляет +/- 3% .

7.17 Смазываемые подшипники

Длительное хранение оборудования может привести к затвердеванию смазки в выходном отверстии. Для обеспечения правильной работы агрегата удалите затвердевшую смазку и добавьте подходящую свежую смазку. См. раздел "Смазываемые подшипники" ([Раздел 8.2.3](#)) главы "Сервисное и техническое обслуживание" настоящего руководства.





Эта страница намеренно оставлена пустой.



8 Сервисное и техническое обслуживание

8.1 Рекомендуемый график обслуживания

Перед началом любых работ по техническому обслуживанию и ремонту прочитайте раздел "Правила техники безопасности" ([Глава 2](#)) в настоящем руководстве.

В разделе "Идентификация деталей" ([Глава 10](#)) приведены изображения компонентов в разобранном виде и сведения о крепежных деталях.

Рекомендуемый график обслуживания представляет собой таблицу, в строках которой указаны рекомендуемые операции обслуживания, сгруппированные по подсистемам генератора. В столбцах таблицы указана следующая информация: тип операции обслуживания, должен ли генератор работать, уровень обслуживания. В качестве периодичности обслуживания указаны продолжительность работы в часах и период времени; применяется то значение, которое соответствует более раннему сроку. Крестик (X) в ячейке, образованной пересечением строки и столбца, указывает тип и периодичность данной операции обслуживания. Операции обслуживания, отмеченные звездочкой (*), выполняются только по мере необходимости.

Заклучить договор на обслуживание любого уровня, указанного в рекомендуемом графике обслуживания, можно непосредственно в отделе обслуживания заказчиков фирмы Cummins Generator Technologies,

тел.: +44 1780 484732,

адрес электронной почты: service-engineers@cumminsgeneratortechnologies.com



ТАБЛ. 2. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ГРАФИК ОБСЛУЖИВАНИЯ

| Система | ОПЕРАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ | Работа генератора | ТИП | | | | УРОВЕНЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ | | | | | | |
|-----------|---|-------------------|--------|-----------|----------|--------|----------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---|--|
| | | | Осмотр | Испытание | Очистить | Замена | Ввод в эксплуатацию | После ввода в эксплуатацию 250 ч / 0,5 года | Уровень 1 1000 ч / 1 год | Уровень 2 10000 ч / 2 года | Уровень 3 30000 ч / 5 лет | | |
| Генератор | Номинальные характеристики генератора | | X | | | | X | | | | | | |
| | Расположение рамы | | X | | | | X | | | | | | |
| | Расположение муфты | | X | | | | X | | | * | | X | |
| | Условия эксплуатации и чистота | | X | | | | X | X | X | X | | X | |
| | Наружная температура (внутри и вне помещения) | | | X | | | X | X | X | X | | X | |
| | Агрегат в целом: повреждения, ненадежно закрепленные детали и замыкание на землю | | X | | | | X | X | X | X | | X | |
| | Ограждения, защитные экраны, наклейки с предупреждениями и правилами техники безопасности | | X | | | | X | X | X | X | | X | |
| | Доступ для технического обслуживания | | X | | | | X | | | | | | |
| | Номинальные электротехнические рабочие характеристики и возбуждение | X | | X | | | X | X | X | X | | X | |
| | Вибрация | X | | X | | | X | X | X | X | | X | |

| Система | ОПЕРАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ X: обязательно *: при необходимости | Работа генератора | ТИП | | | | УРОВЕНЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ | | | | | |
|------------------|--|-------------------|--------|-----------|----------|--------|----------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | | | Осмотр | Испытание | Очистить | Замена | Ввод в эксплуатацию | После ввода в эксплуатацию 250 ч / 0,5 года | Уровень 1 1000 ч / 1 год | Уровень 2 10000 ч / 2 года | Уровень 3 30000 ч / 5 лет | |
| Обмотки | Состояние обмоток | | X | | | | X | X | X | X | X | |
| | Сопротивление изоляции всех обмоток (для оборудования среднего/высокого напряжения – испытание поляризацией) | | | X | | X | * | * | X | X | | |
| | Сопротивление изоляции ротора, возбuditеля и генератора на постоянных магнитах | | | X | | | X | X | | | | |
| | Датчики температуры | X | | X | | X | X | X | X | X | | |
| | Пользовательские параметры датчиков температуры | | X | | | X | | | | | | |
| Подшипники | Состояние подшипников | | X | | | X | | | | X | | |
| | Выпуск отработавшей смазки и маслоуловитель | | | | X | | X | X | X | X | | |
| | Смазка подшипников | X | | | X | | | X | X | X | | |
| | Подшипник (подшипники) | | | | X | | | | * | X | | |
| | Датчики температуры | X | | X | | X | X | X | X | X | | |
| | Пользовательские параметры датчиков температуры | | X | | | X | | | | | | |
| Клеммная коробка | Все соединения и кабели, относящиеся к генератору или монтируемые заказчиком | | X | | | X | X | X | X | X | | |

| Система | ОПЕРАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ | Работа генератора | ТИП | | | | УРОВЕНЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ | | | | | |
|--|---|-------------------|--------|-----------|----------|--------|----------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--|
| | X: обязательно *: при необходимости | | Осмотр | Испытание | Очистить | Замена | Ввод в эксплуатацию | После ввода в эксплуатацию 250 ч / 0,5 года | Уровень 1 1000 ч / 1 год | Уровень 2 10000 ч / 2 года | Уровень 3 30000 ч / 5 лет | |
| Устройства управления и вспомогательные устройства | Начальная настройка автоматического регулятора напряжения и корректировки коэффициента мощности | X | | X | | | X | | | | | |
| | Параметры автоматического регулятора напряжения и корректировки коэффициента мощности | X | | X | | | | X | X | X | X | |
| | Монтируемые заказчиком соединения вспомогательных устройств | | | X | | | X | | X | X | X | |
| | Работа вспомогательных устройств | | | X | | | X | X | X | X | X | |
| | Параметры синхронизации | | X | | | | X | | | | | |
| | Синхронизация | X | | X | | | X | X | X | X | X | |
| | Противоконденсационный нагреватель | | | | | X | | | | * | X | |
| Выпрямитель | Диоды, варисторы и резисторы | | X | | | | X | X | X | X | | |
| | Диоды, варисторы и резисторы | | | | | X | | | | | X | |

| Система | ОПЕРАЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ | Работа генератора | ТИП | | | | УРОВЕНЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ | | | | |
|------------|--|-------------------|--------|-----------|----------|--------|----------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | X: обязательно *: при необходимости | | Осмотр | Испытание | Очистить | Замена | Ввод в эксплуатацию | После ввода в эксплуатацию 250 ч / 0,5 года | Уровень 1 1000 ч / 1 год | Уровень 2 10000 ч / 2 года | Уровень 3 30000 ч / 5 лет |
| Охлаждение | Температура воздуха на впуске | X | | X | | | X | X | X | X | X |
| | Воздушный поток (расход и направление) | X | X | | | | X | | | | |
| | Состояние вентилятора | | X | | | | X | X | X | X | X |
| | Состояние воздушного фильтра (при наличии) | | | X | | | X | X | X | X | X |
| | Воздушные фильтры (при наличии) | | | | X | X | | | * | * | * |

1. Надлежащее выполнение обслуживания и ремонта является важнейшим условием надежного функционирования генератора и безопасности всех работающих с ним сотрудников.
2. Эти операции обслуживания выполняются с целью увеличения срока службы генератора, но не влекут за собой продления срока стандартной гарантии изготовителя, а также изменения ее условий и обязательств пользователя в связи с этой гарантией.
3. Приведенные данные по периодичности обслуживания носят рекомендательный характер и разработаны исходя из предположения, что монтаж и эксплуатация генераторной установки осуществлялись в соответствии с указаниями изготовителя. В случае неблагоприятных или нестандартных условий хранения и/или эксплуатации генератора может потребоваться более частое проведение периодического техобслуживания. Между операциями обслуживания необходимо регулярно осматривать генератор для своевременного обнаружения ситуаций, которые могут привести к сбоям, признаков нарушения правил эксплуатации и чрезмерного износа.



8.2 Подшипники

8.2.1 Введение

Опорой генератора на неприводном конце (NDE) служит подшипник, а на приводном конце (DE) – подшипник или муфта, соединяющая генератор с пусковым двигателем.

- По возможности проворачивайте ротор неработающего генератора один раз в месяц не менее чем на шесть оборотов для смазывания поверхностей подшипников и изменения расположения вращающихся деталей во избежание ложного бринеллирования. Если вращение невозможно, а длительность хранения превысила два года, перед началом эксплуатации генератора замените подшипники.
- Смазывайте каждый смазываемый подшипник согласно рекомендуемому графику обслуживания или инструкциям на наклейке рядом со смазочным ниппелем (в зависимости от того, какой срок наступает раньше), добавляя требуемое количество рекомендуемой смазки.
- Согласно рекомендуемому графику обслуживания заменяйте каждый подшипник новым подшипником, содержащим требуемое начальное количество рекомендуемой смазки в соответствии с инструкциями на наклейке рядом со смазочным ниппелем.

8.2.2 Техника безопасности

ОПАСНО

Для замены подшипников необходимо снять защитные ограждения. Во избежание травм отсоедините генераторную установку от всех источников энергии и удалите средства накопления энергии. Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности.

ОСТОРОЖНО

Наружные поверхности могут быть очень горячими. Их соприкосновение с открытыми частями тела может в зависимости от продолжительности и температуры привести к тяжелым или стойким ожогам. Не допускайте соприкосновения или надевайте защитные перчатки.

ВНИМАНИЕ

Смазка может вызвать контактный дерматит. Во избежание ее попадания на руки пользуйтесь подходящими средствами индивидуальной защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не переполняйте подшипник смазкой: это может привести к его повреждению.

Не смешивайте смазку различных типов. При переходе к работе со смазкой другого типа смените перчатки.

Собирайте подшипники в условиях отсутствия статического электричества и пыли, предварительно надев перчатки без ворса.

Во избежание повреждения и загрязнения снятых деталей и инструментов храните их в условиях отсутствия статического электричества и пыли.

Осевое усилие, необходимое для снятия подшипника с вала ротора, приводит к повреждению подшипника. Не используйте подшипник повторно.

Приложение к шарикам усилия при вставке приводит к повреждению подшипника. Не прижимайте наружную обойму путем приложения усилия к внутренней обойме и наоборот.

Не пытайтесь использовать лопасти охлаждающего вентилятора в качестве рычагов для поворота ротора. Это приведет к повреждению вентилятора.

8.2.3 Смазывание подшипников

8.2.3.1 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. |
| Расходные материалы | Чистящая ткань без ворса |
| | Тонкие одноразовые перчатки |
| Детали | Смазка Kluber Asonic GHY72 (эфирное масло/полимоочевина) |
| Инструменты | Шприц для смазки (с калибровкой по объему или массе) |

8.2.3.2 Способ смазывания

ТАБЛ. 3. СМАЗЫВАНИЕ: ТИП И КОЛИЧЕСТВО СМАЗКИ

| Положение подшипника | Количество смазки Kluber Asonic GHY72 | |
|---|---------------------------------------|-----------|
| | Объем (см ³) | Масса (г) |
| Приводной конец (длина сердечника T) | 136 | 121 |
| Приводной конец (длина сердечника S) | 100 | 89 |
| Неприводной конец (длина сердечника S, T) | 85 | 75 |

1. Для каждого подшипника уточните его тип, найдите смазочный ниппель и наклейку с инструкциями по смазыванию.
2. Убедитесь в том, что смазка не загрязнена.
3. Очистите сопло смазочного шприца и смазочный ниппель.
4. Очистите систему выпуска отработавшей смазки.
5. Приставьте шприц для смазки к смазочному ниппелю и добавьте требуемое количество смазки.
6. Не останавливая генератор в течение хотя бы десяти минут, дождитесь прекращения выхода масла из системы выпуска.
7. Очистите систему выпуска отработавшей смазки.
8. Проверьте цвет и консистенцию смазки, выходящей из системы выпуска, и сравните с новой смазкой: цвет должен быть светло-бежевым, а консистенция – густой.
9. Если цвет выходящей смазки заметно изменен или смазка не выходит, замените подшипник.

8.2.4 Замена подшипников

Выполните следующие действия в указанном порядке.

1. Для доступа к подшипнику на неприводном конце выполните инструкции из раздела **Снятие неприводного конца**

2. Если требуется заменить подшипник на приводном конце, для доступа к нему выполните инструкции из раздела **Снятие приводного конца**.
3. Соберите и установите на вал ротора новый подшипник на неприводном конце (а при необходимости и на приводном конце), выполнив инструкции из раздела **Сборка подшипника**.
4. В случае замены подшипника на приводном конце установите на место компоненты приводного конца, выполнив инструкции из раздела **Сборка приводного конца**.
5. Установите на место компоненты неприводного конца, выполнив инструкции из раздела **Сборка неприводного конца**.

8.2.4.1 Требования

Смазываемые подшипники

| | |
|--|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. При работе с нагретыми деталями надевайте термостойкие перчатки. |
| Расходные материалы | Чистящая ткань без ворса |
| | Тонкие одноразовые перчатки |
| | Моющая жидкость |
| | Большие пластиковые пакеты (для хранения деталей) |
| | Белая антистатическая поверхность узла |
| Детали | Подшипник со стороны, противоположной приводу |
| | Подшипник на приводном конце (при наличии) |
| | Смазка Kluber Asonic GHY72 (эфирное масло/полимочевина) |
| | Противокоррозийная смазка Kluber Altemp Q NB 50 |
| | Уплотнительные кольца |
| Инструменты | Шприц для смазки (с калибровкой по объему или массе) |
| | Таз и щетка для мытья |
| | Индукционный нагреватель (с предохранительным кожухом на штанге) |
| | Динамометрический гаечный ключ |
| | Треножный съемник для извлечения подшипника |
| | Опорная прокладка ротора |
| | Стальной удлинитель вала ротора |
| | Домкрат |
| Направляющие шпильки M10 x 120 (2 шт.) | |

8.2.4.2 Требования

Герметизированные подшипники

| | |
|--------------------------------|---|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. При работе с нагревающимися элементами надевайте термостойкие перчатки. |
| Расходные материалы | Тонкие одноразовые перчатки |
| | Большие пластиковые пакеты (для хранения деталей) |

| | |
|-------------|--|
| Детали | Подшипник со стороны, противоположной приводу |
| | Подшипник на приводном конце (при наличии) |
| | Уплотнительные кольца |
| Инструменты | Индукционный нагреватель (с предохранительным кожухом на штанге) |
| | Динамометрический гаечный ключ |
| | Треножный съемник для извлечения подшипника |
| | Опорная прокладка ротора |

8.2.4.3 Снятие неприводного конца

1. Выключите противоконденсационный нагреватель (при наличии) и отсоедините его от источника питания.
2. Тщательно очистите ткань без ворса все инструменты, предназначенные для работы со смазываемыми деталями.
3. Снимите крышку генератора постоянных магнитов.
4. Снимите крышку нижнего воздухозаборника.
5. Отсоедините крышку и верхнюю боковую панель (левую, если смотреть со стороны неприводного конца) клеммной коробки.
6. Для удобства доступа отсоедините нижнюю боковую панель (левую, если смотреть со стороны неприводного конца), освободив выводы статора возбuditеля путем разрезания кабельных стяжек.
7. Отсоедините кабель управления генератором на постоянных магнитах.
8. Отсоедините смазочную трубку от стакана подшипника и кронштейна на неприводном конце.
9. Отсоедините нагреватель.
10. Рожковым гаечным ключом 10 мм отсоедините от подшипника резистивный датчик температуры подшипника (при наличии).
11. Отсоедините статор генератора на постоянных магнитах в сборе с его ротором.
12. Снимите узел крышки подшипника на неприводном конце.
13. Поместите узел генератора на постоянных магнитах и детали крышки подшипника на неприводном конце в отдельные пластиковые пакеты. Герметично закройте пакеты для защиты деталей от загрязнений.
14. Поверните главный ротор таким образом, чтобы шпоночный паз на неприводном конце оказался с верхней стороны вала ротора. В этом положении крайний нижний полюс ротора расположен вертикально и воспринимает вес ротора при снятии подшипника. Если повернуть ротор невозможно и ни один из его полюсов не расположен вертикально, установите две опорные прокладки ротора таким образом, чтобы они поддерживали два нижних полюса (см. ниже).
15. Отсоедините провода F1 (красный) и F2 от автоматического регулятора напряжения, разрежьте кабельные стяжки и уберите провода к статору возбuditеля.
16. Прикрепите к ротору удлинитель вала на неприводном конце, затем поднимите его стропой крана, воспринимая на стропу вес ротора.
17. Отсоедините крепежные детали от стакана подшипника на неприводном конце.
18. Установите две резьбовые направляющие шпильки длиной не менее 120 мм в стакан подшипника на неприводном кольце.

-
19. Отсоедините крепежные детали от кронштейна на неприводном конце.
 20. Вворачивайте два подъемных болта М10 в резьбовые отверстия на горизонтальной центральной линии неприводного конца до тех пор, пока зазор между кронштейном на неприводном конце и рамой не станет достаточным для серьги (перемещение приблизительно на 10 мм).
 21. Прикрепите серьгу к кронштейну на неприводном конце и переместите вес на вторую стропу крана.
 22. Вверните подъемные болты до конца для отсоединения кронштейна на неприводном конце от рамы.
 23. В случае генератора с подшипником на приводном конце установите опорную прокладку ротора в зазор между крайним нижним полюсом ротора и статором по всей длине полюса ротора. При снятии подшипника на неприводном конце эта прокладка удерживает ротор в положении, близком к горизонтальному, что способствует снижению нерадиальной нагрузки на другой подшипник.
 24. Аккуратно опуская стропу крана, переместите вес ротора на опорную прокладку, затем извлеките стропу.
 25. Снимите удлинитель вала ротора.
 26. Аккуратно сдвиньте кронштейн по направляющим шпилькам с неприводного конца генератора, следя за тем, чтобы не повредить обмотки статора возбуждателя на роторе возбуждателя, и положите его в сторону.
 27. Отсоедините направляющие шпильки.

8.2.4.4 Снятие приводного конца

1. Сначала снимите компоненты неприводного конца согласно инструкциям в разделе **Снятие неприводного конца**.
2. Снимите воздуховыпускную решетку и жалюзи с приводного конца.
3. Отсоедините генератор от пускового двигателя.
4. Отсоедините смазочную трубку.
5. Отсоедините терморезистивный датчик температуры подшипника (при наличии).
6. Снимите крышку подшипника на приводном конце.
7. Отсоедините крепежные детали от стакана подшипника на приводном конце.
8. Установите две резьбовые направляющие шпильки длиной не менее 120 мм в стакан подшипника на приводном кольце.
9. С помощью стропы крана и проушины, приподнимите кронштейн на приводном конце, переместив его вес на стропу.
10. Отсоедините крепежные детали от кронштейна на приводном конце.
11. Постучите молотком по кронштейну на приводном конце для отсоединения от рамы.
12. Аккуратно сдвиньте кронштейн с приводного конца генератора по направляющим шпилькам.
13. Отсоедините направляющие шпильки.

8.2.4.5 Сборка смазываемого подшипника

ТАБЛ. 4. ПЕРВОЕ СМАЗЫВАНИЕ: ТИП СМАЗКИ И ЕЕ КОЛИЧЕСТВО

| Положение подшипника | Количество смазки Kluber Asonic GHY72 | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| | Стакан | | Подшипник | | Крышка подшипника | | ИТОГ | |
| | Объём М (см ³) | Масса (г) | Объём М (см ³) | Масса (г) | Объём М (см ³) | Масса (г) | Объём М (см ³) | Масса (г) |
| Приводной конец (длина сердечника Т) | 136 | 121 | 272 | 242 | 136 | 121 | 544 | 484 |
| Приводной конец (длина сердечника S) | 104 | 92 | 208 | 185 | 104 | 92 | 416 | 369 |
| Неприводной конец (длина сердечника S, Т) | 87 | 77 | 174 | 154 | 87 | 77 | 348 | 308 |

1. Снимите рифленую шайбу (только на неприводном конце), маслосъемное кольцо, пружинное кольцо (только на неприводном конце) и узел подшипника и стакана с вала главного ротора.
2. Нагрейте стакан подшипника и с помощью специального съемника извлеките из него старый подшипник.
3. Очистите детали для подготовки к сборке.
 - a. Очистите антистатическую сборочную поверхность тканью без ворса, смоченной в растворителе.
 - b. Промойте стакан подшипника, рифленую шайбу (только на неприводном конце) и крышку подшипника, осмотрите их на предмет отсутствия загрязнений.
 - c. Удалите излишки моющей жидкости тканью без ворса и поместите все компоненты на чистую антистатическую сборочную поверхность.
 - d. Тщательно очистите наружную поверхность сопла смазочного шприца тканью без ворса.
4. Подготовьте подшипник.
 - a. Извлеките подшипник из упаковки.
 - b. Протрите поверхность внутренней и наружной обойм тканью без ворса для удаления консервационного масла.
 - c. Поместите подшипник на чистую антистатическую сборочную поверхность маркировкой типа подшипника вниз.
5. Смажьте и соберите компоненты подшипника.
 - a. Поместите новое уплотнительное кольцо в канавку на корпусе подшипника (только на неприводном конце).
 - b. Нанесите указанное количество смазки на заднюю сторону стакана подшипника.
 - c. Нанесите небольшое количество смазки на рифленую уплотнительную поверхность стакана.
 - d. Тканью без ворса нанесите по окружности корпуса подшипника тонкий равномерный слой противокоррозийной смазки (Kluber Altemp Q NB 50), не втирая ее.

-
- e. Нанесите половину указанного количества смазки на верхнюю сторону подшипника (не затрагивая маркировку).
 - f. Вдавите смазку в подшипник, обеспечив ее проникновение в дорожки и между шариками.
 - g. Вставьте подшипник в стакан смазанной стороной вперед, нажимая **ТОЛЬКО** на наружную обойму подшипника. Убедитесь в том, что наружная обойма подшипника соприкасается с установочным выступом.
 - h. Нанесите оставшуюся половину указанного количества смазки на открытую сторону подшипника.
 - i. Вдавите смазку в подшипник, обеспечив ее проникновение в дорожки и между шариками.
 - j. Нанесите указанное количество смазки на внутреннюю сторону крышки подшипника.
 - k. Заполните смазкой прорезь системы выпуска отработавшей смазки.
 - l. Нанесите небольшое количество смазки на рифленую уплотнительную поверхность крышки подшипника.
 - m. Заполните смазкой смазочную трубку и смазочный ниппель.
6. Установите компоненты подшипника на место.
 - a. Нагрейте узел подшипника и стакана в индукционном нагревателе до 90–100 °С.
 - b. Сдвиньте узел подшипника и стакана по валу ротора и плотно прижмите его к фиксирующему выступу.
 - c. Несколько раз поверните узел (вместе с внутренней обоймой) на 45 градусов в обоих направлениях для фиксации подшипника. В процессе охлаждения подшипника удерживайте его на месте до обжатия им вала ротора.
 - d. Установите пружинное кольцо (только на неприводном конце) в канавку на валу главного ротора.
 - e. Нагрейте маслосъемное кольцо в индукционном нагревателе до 60 °С.
 - f. Сдвиньте маслосъемное кольцо по валу ротора и плотно прижмите его к узлу подшипника. В процессе охлаждения маслосъемного кольца удерживайте его на месте до обжатия им вала ротора.
 - g. Установите на место рифленую шайбу (только на неприводном конце)
 - h. Дождитесь охлаждения узла подшипника и стакана, а также маслосъемного кольца до температуры окружающего воздуха.
 - i. Установите крышку подшипника поверх маслосъемного кольца и прикрепите ее к стакану подшипника.
 7. Зарегистрируйте замену подшипника в отчете о техническом обслуживании.

8.2.4.6 Сборка герметизированного подшипника

1. Снимите рифленую шайбу (только на неприводном конце), пружинное кольцо (только на неприводном конце) и узел подшипника и стакана с вала главного ротора.
2. Нагрейте стакан подшипника и с помощью специального съемника извлеките из него старый подшипник.

-
3. Очистите детали для подготовки к сборке.
 - a. Очистите антистатическую сборочную поверхность тканью без ворса, смоченной в растворителе.
 - b. Промойте стакан подшипника, рифленую шайбу (только на неприводном конце) и крышку подшипника, осмотрите их на предмет отсутствия загрязнений.
 - c. Удалите излишки моющей жидкости тканью без ворса и поместите все компоненты на чистую антистатическую сборочную поверхность.
 - d. Тщательно очистите наружную поверхность сопла смазочного шприца тканью без ворса.
 4. Подготовьте подшипник.
 - a. Извлеките подшипник из упаковки.
 - b. Протрите поверхность внутренней и наружной обойм тканью без ворса для удаления консервационного масла.
 - c. Поместите подшипник на чистую антистатическую сборочную поверхность маркировкой типа подшипника вниз.
 5. Соберите компоненты подшипника.
 - a. Поместите новое уплотнительное кольцо в канавку на корпусе подшипника (только на неприводном конце).
 - b. Тканью без ворса нанесите по окружности корпуса подшипника тонкий равномерный слой противокоррозийной смазки (Kluber Altemp Q NB 50), не втирая ее.
 - c. Вдавите смазку в подшипник, обеспечив ее проникновение в дорожки и между шариками.
 - d. Вставьте подшипник в стакан, нажимая **ТОЛЬКО** на наружную обойму подшипника. Убедитесь в том, что наружная обойма подшипника соприкасается с установочным выступом.
 - e. Нанесите небольшое количество смазки на рифленую уплотнительную поверхность крышки подшипника.
 6. Установите компоненты подшипника на место.
 - a. Нагрейте узел подшипника и стакана в индукционном нагревателе до 90–100 °C.
 - b. Сдвиньте узел подшипника и стакана по валу ротора и плотно прижмите его к фиксирующему выступу.
 - c. Несколько раз поверните узел (вместе с внутренней обоймой) на 45 градусов в обоих направлениях для фиксации подшипника. В процессе охлаждения подшипника удерживайте его на месте до обжатия им вала ротора.
 - d. Установите пружинное кольцо (только на неприводном конце) в канавку на валу главного ротора.
 - e. Установите на место рифленую шайбу (только на неприводном конце)
 - f. Дождитесь охлаждения узла подшипника и стакана, а также маслосъемного кольца до температуры окружающего воздуха.
 - g. Прикрепите крышку подшипника к его стакану.
 7. Зарегистрируйте замену подшипника в отчете о техническом обслуживании.

8.2.4.7 Сборка приводного конца

1. Наденьте кронштейн приводного конца на вал ротора и сдвиньте его до узла подшипника на приводном конце.
2. С помощью стропы крана приподнимите ротор и кронштейн на приводном конце, переместив их вес на стропу.
3. Закрепите кронштейн приводного конца на раме.
4. Прикрепите стакан подшипника приводного конца к кронштейну на приводном конце.
5. Установите на место крышку подшипника на приводном конце.
6. Подсоедините на место смазочную трубку.
7. Подсоедините на место резистивный датчик температуры (при наличии).
8. Снова сцепите генератор с пусковым двигателем.
9. Установите на место воздуховыпускную решетку и жалюзи на приводном конце.

8.2.4.8 Сборка неприводного конца

1. Установите две резьбовые направляющие шпильки в стакан подшипника на неприводном кольце.
2. Наденьте кронштейн неприводного конца на вал ротора и сдвиньте его по направляющим шпилькам до узла подшипника на неприводном конце.
3. Прикрепите к ротору удлинитель вала на неприводном конце, затем приподнимите его стропой крана, переместив вес ротора на стропу.
4. Снимите опорную прокладку (опорные прокладки) ротора.
5. Закрепите кронштейн неприводного конца на раме.
6. Отсоедините направляющие шпильки.
7. Прикрепите стакан подшипника неприводного конца к кронштейну на неприводном конце.
8. Аккуратно опуская стропу крана, переместите вес ротора на подшипник, затем извлеките стропу.
9. Снимите удлинитель вала.
10. Поворачивая ротор вручную, проверьте соосность подшипника и отсутствие препятствий вращению.
11. Установите на место узел крышки подшипника на неприводном конце.
12. Установите на место ротор и статор генератора на постоянных магнитах.
13. Подсоедините на место штекерный разъем кабеля управления.
14. Подсоедините на место смазочную трубку.
15. Подсоедините на место резистивный датчик температуры (при наличии).
16. Закрепите выводы нагревателя и статора возбуждителя внутри генератора термостабилизированными кабельными стяжками.
17. Прикрепите эти выводы кабельными стяжками к выводам главного статора и подсоедините их к автоматическому регулятору напряжения.
18. Установите на место торцевую крышку генератора на постоянных магнитах и крышку нижнего воздухозаборника.

19. Установите на место нижнюю боковую панель, боковую панель клеммной коробки и ее крышку.
20. Подсоедините источник питания к противоконденсационному нагревателю (при наличии).

8.3 Органы управления

8.3.1 Введение

Работающий генератор создает неблагоприятные условия для функционирования компонентов систем управления. Нагрев и вибрация могут привести к ослаблению электрических соединений и повреждению кабелей. Регулярные проверки и испытания позволяют обнаруживать неполадки по мере их возникновения, когда они еще не привели к отказу оборудования и внеплановым простоям.

8.3.2 Техника безопасности

| ⚠ ОПАСНО | |
|--|--|
| <p>Данный метод предусматривает снятие защитных крышек, закрывающих цепи электросистемы, которые могут находиться под напряжением. Это создает опасность поражения электрическим током со смертельным исходом или тяжелыми травмами. Во избежание травм разомкните электрические цепи генераторной установки и исключите возможность случайного механического движения. Отсоедините аккумуляторную батарею пускового двигателя. Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности, и убедитесь в том, что генераторная установка отсоединена от всех источников питания.</p> | |

8.3.3 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. |
| Расходные материалы | |
| Детали | |
| Инструменты | Мультиметр |
| | Динамометрический гаечный ключ |

8.3.4 Проверки и испытания

1. Снимите крышку клеммной коробки.
2. Проверьте надежность крепежных деталей M12, фиксирующих кабели нагрузки.
3. Проверьте надежность зажимов, удерживающих кабели на сальниковой панели клеммной коробки, и убедитесь в том, что кабели проложены с учетом возможного биения генератора на антивибрационных опорах с амплитудой 25 мм.
4. Убедитесь в том, что все кабели в клеммной коробке закреплены и не натянуты.
5. Проверьте отсутствие признаков повреждений, вызванных вибрацией, включая истирание изоляции и разрыв кабельных жил.

6. Проверьте правильность крепления всех принадлежностей автоматического регулятора напряжения и трансформаторов тока; убедитесь в том, что кабели проходят через трансформаторы тока по центру.
7. Отсоедините источник питания противоконденсационных нагревателей и измерьте электрическое сопротивление нагревательных элементов. При обнаружении обрыва цепи замените нагревательный элемент.
8. Проверьте напряжение питания противоконденсационных нагревателей (при наличии). При остановленном генераторе напряжение на каждом нагревательном элементе должно находиться в диапазоне от 100 В до 138 В переменного тока. Соединения нагревателей см. на схеме электрических соединений.
9. Проверьте чистоту автоматического регулятора напряжения и его принадлежностей в клеммной коробке и убедитесь в том, что они прочно закреплены на антивибрационных опорах, а разъемы кабелей надежно соединены с клеммами. Автоматический регулятор напряжения и его принадлежности не требуют других операций планового технического обслуживания.
10. В системах с параллельным подключением проверьте надежность соединения кабелей передачи сигналов частоты генератора с оборудованием синхронизации.
11. Установите крышку клеммной коробки на место.

8.4 Система охлаждения

8.4.1 Введение

Генераторы Stamford конструируются по стандартам, обеспечивающим выполнение требований директив ЕС о безопасности, и классифицируются в зависимости от воздействия рабочей температуры на изоляцию обмоток.

Стандарт **BS EN 60085 (≡ IEC 60085) "Электрическая изоляция. Классификация и обозначение по термическим свойствам"** определяет классификацию изоляции по максимальной рабочей температуре, обеспечивающей приемлемый срок службы. Скорость износа оборудования зависит также от химического загрязнения, электростатического и механического напряжения, но в первую очередь от температуры. Охлаждение вентилятором обеспечивает устойчивую рабочую температуру, не достигающую предельных значений для данного класса изоляции.

Если условия эксплуатации не соответствуют указанным на паспортной табличке, номинальные выходные характеристики необходимо уменьшить на указанные ниже величины.

- Для изоляции класса H: на 3 % при повышении температуры наружного воздуха, поступающего в охлаждающий вентилятор, на каждые 5°C, считая от 40 °C, в пределах максимального значения 60 °C.
- На 3% при увеличении высоты над уровнем моря на каждые 500 м, считая от 1000 м, в пределах 4000 м, в связи со снижением теплоемкости воздуха при уменьшении его плотности.
- На 5% при наличии воздушных фильтров, в связи с ограничением расхода воздуха.

Эффективность охлаждения зависит от состояния охлаждающего вентилятора, воздушных фильтров и прокладок.

8.4.2 Техника безопасности

⚠ ОПАСНО

Для осмотра охлаждающего вентилятора необходимо снять защитные экраны. Во избежание травм отсоедините генераторную установку от всех источников энергии и удалите средства накопления энергии. Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности.

⚠ ОСТОРОЖНО

Наружные поверхности могут быть очень горячими. Их соприкосновение с открытыми частями тела может в зависимости от продолжительности и температуры привести к тяжелым стойким ожогам. Не допускайте соприкосновения или надевайте защитные перчатки.

⚠ ВНИМАНИЕ

При наличии воздушных фильтров на впуске в генератор охлаждающего воздуха в них задерживаются частицы размером свыше 5 мкм. Высвобождение таких частиц во время работы с фильтрами может привести к их высокой концентрации, вызывающей затруднения дыхания и раздражение глаз. Пользуйтесь эффективными средствами защиты органов дыхания и зрения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не пытайтесь вращать ротор генератора за лопасти вентилятора охлаждения. Вентилятор не рассчитан на такие нагрузки и будет поврежден.

ПРИМЕЧАНИЕ

Фильтры предназначены для удаления пыли, но не влаги. Увлажнение фильтрующих элементов может привести к сокращению расхода воздуха и перегреву. Не допускайте попадания влаги в фильтрующие элементы.

8.4.3 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. |
| | Надевайте средства защиты глаз. |
| | Надевайте средства защиты органов дыхания. |
| Расходные материалы | Чистящая ткань без ворса |
| | Тонкие одноразовые перчатки |
| Детали | Воздушные фильтры (при наличии) |
| | Уплотнительные прокладки воздушных фильтров (при наличии) |
| Инструменты | |

8.4.4 Проверка и чистка

ПРИМЕЧАНИЕ

Не допускайте соприкосновения фильтра с маслом

1. Осмотрите вентилятор на предмет повреждения лопастей и трещин.
2. При наличии воздушных фильтров выполните следующие действия.
 - a. Извлеките воздушные фильтры в клеммной коробке из рамок.
 - b. Промойте и высушите воздушные фильтры и прокладки для удаления загрязняющих частиц.
 - c. Осмотрите фильтры и прокладки на предмет повреждений и при необходимости замените их.
 - d. Установите фильтры и прокладки.
3. Восстановите рабочее состояние генераторной установки.
4. Проверьте отсутствие засорений на впуске и выпуске воздуха.

8.5 Муфты и сцепление

8.5.1 Введение

Эффективная работа и длительный срок службы компонентов зависят от минимизации механических нагрузок на генератор. При соединении в генераторную установку нарушение выверки валов и взаимодействие с вибрациями от первичного двигателя могут вызвать механические напряжения.

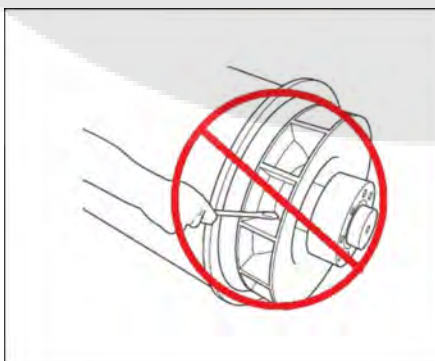
Оси вращения ротора генератора и выходного вала двигателя должны совпадать (выполняется радиальное и угловое выравнивание).

Нерегулируемая крутильная вибрация может привести к повреждению систем с приводом от вала двигателя внутреннего сгорания. Ответственность за оценку воздействия крутильной вибрации на генератор несет изготовитель генераторной установки: по запросу предоставляются данные о размерах и моменте инерции ротора, а также сведения о сопряжении.

8.5.2 Техника безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ

Не пытайтесь вращать ротор генератора за лопасти вентилятора охлаждения. Вентилятор не рассчитан на такие нагрузки и будет поврежден.



8.5.3 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. |
| Расходные материалы | |
| Детали | |
| Инструменты | Циферблатный индикатор |
| | Динамометрический гаечный ключ |

8.5.4 Проверка точек крепления

1. Проверьте состояние фундамента и монтажных подушек генераторной установки, убедитесь в отсутствии трещин.
2. Убедитесь в отсутствии истирания резины в antivибрационных стойках.
3. Проверьте хронологические записи вибрации на отсутствие тенденции к ее усилению.

8.6 Система выпрямителя

8.6.1 Введение

При прохождении через выпрямитель переменный ток, индуцируемый в обмотках ротора возбuditеля, преобразуется в постоянный ток, намагничивающий полюса главного ротора. Выпрямитель состоит из двух пластин в форме полукольца – положительной и отрицательной – с тремя диодами на каждой. Помимо подключения к главному ротору, выход переменного тока на выпрямителе подключен к согласованной паре варисторов (по одному на каждом конце платы) и к двум парам резисторов (монтируемых в отверстиях на роторе возбuditеля). Эти дополнительные компоненты защищают выпрямитель от пиков и выбросов напряжения, которые могут возникать в роторе в зависимости от состояния нагрузки на генератор.

Диоды характеризуются низким электрическим сопротивлением только в одном направлении: за положительное направление тока принимается направление от анода к катоду; другими словами, величина силы тока от катода к аноду считается отрицательной.

Обмотки ротора возбuditеля соединены с анодами трех диодов, образующими положительную пластину, и с катодами трех диодов, образующими отрицательную пластину, в результате чего переменный ток полностью выпрямляется и преобразуется в постоянный. Выпрямитель монтируется на неприводном конце ротора возбuditеля и вращается вместе с ним.

8.6.2 Техника безопасности

ОПАСНО

Данный метод предусматривает снятие защитных крышек, закрывающих электропроводку под напряжением. Это создает опасность тяжелыми травмами, в том числе со смертельным исходом, вследствие поражения электрическим током.

Данный метод предусматривает снятие заслонок, закрывающих вращающиеся детали. Захват частей тела вращающимися деталями может привести к тяжелой травме. Во избежание травм разомкните электрические цепи генераторной установки и исключите возможность механического движения.

Отсоедините аккумуляторную батарею пускового двигателя.

Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности, и убедитесь в том, что генераторная установка отсоединена от всех источников питания.

ПРИМЕЧАНИЕ

При затягивании диода не превышайте указанный крутящий момент. Это приведет к повреждению диода.

8.6.3 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, подходящими для данной площадки. |
| Расходные материалы | Клей для резьбовых соединений Loctite 242 |
| | Кремниевая термопаста Midland типа MS2623 или аналогичного |
| | Изолирующая эпоксидная смола Duralco 4461N [номер по каталогу: 030-02668] |
| Детали | Комплект из трех диодов с анодным выводом и трех диодов с катодным выводом (одного и того же изготовителя) |
| | Комплект из двух металлооксидных варисторов (одного и того же типа, изготовителя и класса по напряжению: А, В, С, D, E, F) |
| | Комплект из четырех (двух пар) ограничивающих резисторов (одного и того же типа и изготовителя) |
| Инструменты | Мультиметр |
| | Измеритель сопротивления изоляции |
| | Динамометрический гаечный ключ |
| | Инструмент для снятия резисторов |
| | Молоток |
| | Круглый напильник |

8.6.4 Метод

1. Снимите крышку воздухозаборника.
2. Снимите сетку воздухозаборника.
3. При обслуживании уровня 3 замените все резисторы, оба варистора и все диоды.

8.6.4.1 Проверка и замена резисторов

1. Осмотрите видимые концы всех четырех резисторов.
2. Любые признаки обесцвечивания или перегрева указывают на неисправность резистора.

-
3. Разорвите электрическую цепь, сняв крепежные детали с одного резистора в каждой паре. Сохраните крепежные детали и шайбы.
 4. Измерьте полное сопротивление обеих пар резисторов цифровым мультиметром в омическом диапазоне.
 5. Если полное сопротивление пары резисторов находится за пределами диапазона $240 \text{ Ом} \pm 10 \%$, резисторы неисправны.
 6. В случае неисправности одного из резисторов замените все четыре резистора.
 - a. Для доступа к резисторам снимите следующие компоненты:
 - a. неприводной конец (NDE) (см. раздел [Раздел 8.2.4.3](#));
 - b. рифленую шайбу;
 - c. пружинное кольцо;
 - d. маслосъемное кольцо (при наличии смазываемых подшипников);
 - e. узел подшипника и стакана на неприводном конце.
 - b. Снимите крепежные детали с имеющихся резисторов.
 - c. Пометьте шесть проводов обмотки ротора возбuditеля и отсоедините их от изолированных контактных штырей.
 - d. Пометьте два провода обмотки главного ротора и отсоедините их от клемм на пластине выпрямителя.
 - e. Отсоедините провод от обоих варисторов для снятия пластин выпрямителя по отдельности.
 - f. Запишите угловое положение пластин выпрямителя. С помощью торцового ключа 5 мм отверните четыре крепежные детали M6 x 120 на неприводном конце (NDE) и отсоедините обе пластины (вместе с диодами) от ротора возбuditеля.
 - g. Обрежьте провода, соединяющие основания обеих пар резисторов.
 - h. Снимите каждый резистор.
 - a. В процессе снятия резисторов возможно нарушение их целостности. Расположите крышки и подготовьте аппарат вакуумной экстракции для сбора керамических осколков.
 - b. На неприводном конце установите цилиндрический инструмент для снятия под прямым углом к основанию резистора.
 - c. Резко стукните по свободному концу инструмента молотком для разрушения клеевого герметика и затем вытолкните резистор из отверстия в сторону приводного конца.
 - i. Круглым напильником удалите смолу из отверстий в сердечнике ротора. Очистите их тканью без ворса.
 - j. Свободно вставьте новый резистор в каждое очищенное отверстие для проверки отсутствия остатков смолы.
 - k. Снова установите оба узла пластин выпрямителя на ротор возбuditеля.
 - l. Резисторы для замены поставляются в парах с соединенными проводами. Приложите пару к выбранным отверстиям: резисторы в одной паре не должны совмещаться с **одной и той же** пластиной выпрямителя.

-
- m. Нанесите 2 г эпоксидной смолы и вставьте пару резисторов в отверстия в сердечнике ротора резьбовым штырем к пластине выпрямителя. Поворачивая резисторы, распределите эпоксидную смолу равномерно. Расположите основание резистора заподлицо с сердечником. Удалите излишки эпоксидной смолы.
 - n. Повторите указанные выше действия для другой пары резисторов.
 - o. Дождитесь отверждения смолы.
 - p. Нанесите клей для резьбовых соединений, затем наденьте пружинную и плоскую шайбы и гайку на резьбовой штырь М6 каждого резистора. Обеспечьте надежный электрический контакт с пластиной выпрямителя.
 - q. Нанесите эпоксидную смолу на круглые наконечники двух кабельных каналов, протолкните их в отверстия сердечника ротора возбuditеля и закрепите на них оба узла проводов термостойкими кабельными стяжками (052-45016).
7. Замените оба варистора согласованной парой (одного и того же типа, изготовителя и класса по напряжению: А, В, С, D, Е, F) (см. ниже).
 8. Замените все диоды (см. ниже).
 9. Восстановите соединения и проверьте надежность крепления всех проводов, наличие шайб и затягивание крепежных деталей.
 10. В указанном порядке установите на место следующие компоненты:
 - a. узел подшипника и стакана;
 - b. маслосъемное кольцо (при наличии смазываемых подшипников);
 - c. пружинное кольцо;
 - d. рифленую шайбу;
 - e. неприводной конец (NDE) (см. раздел [Раздел 8.2.4.8](#)).

8.6.4.2 Испытания и замена диодов

1. Отсоедините вывод одного из диодов в месте соединения с обмоткой на изолированном клеммном штыре. Сохраните крепежные детали и шайбы.
2. Измерьте падение напряжения на диоде в прямом направлении с помощью функции проверки диодов, предусмотренной в мультиметре.
3. Измерьте сопротивление диода в обратном направлении измерителем сопротивления изоляции при испытательном напряжении 1000 В постоянного тока.
4. Диод неисправен, если падение напряжения в прямом направлении выходит за пределы диапазона от 0,3 до 0,9 В или сопротивление в обратном направлении меньше 20 МОм.
5. Повторите шаги 4–7 для остальных пяти диодов.
6. В случае неисправности хотя бы одного диода необходимо заменить весь комплект из шести диодов (диодами одного типа и одного изготовителя).
 - a. Отсоедините диод (диоды).
 - b. Нанесите небольшое количество термопасты **только** на основание новых диодов, не затрагивая резьбу.
 - c. Проверьте полярность диода (диодов).

-
- d. Ввинтите каждый новый диод в резьбовое отверстие на пластине выпрямителя.
 - e. Для обеспечения требуемых механических, электрических и термических характеристик контакта вкрутите диод с моментом затяжки от 4,06 до 4,74 Н·м (от 36 до 42 фунтодюймов).
 - f. Замените оба варистора согласованной парой (одного типа, одного изготовителя, одного класса по напряжению: А, В, С, D, E, F).
7. Восстановите соединения и проверьте надежность крепления всех проводов, наличие шайб и затягивание крепежных деталей.

8.6.4.3 Испытания и замена варисторов

1. Осмотрите оба варистора.
2. При наличии признаков перегрева (обесцвечивание, вздутие, оплавление) или нарушения целостности отметьте варистор как неисправный.
3. Отсоедините один вывод варистора. Сохраните крепежные детали и шайбы.
4. Измерьте сопротивление каждого варистора. Сопротивление исправного варистора превышает 100 МОм.
5. Если результат измерения сопротивления хотя бы в одном направлении указывает на короткое замыкание или обрыв цепи, отметьте варистор как неисправный.
6. Если хотя бы один из варисторов неисправен, замените оба варистора согласованной парой (одного типа, одного изготовителя, одного класса по напряжению: А, В, С, D, E, F), одновременно заменив все диоды.
7. Восстановите соединения и проверьте надежность крепления всех проводов, наличие шайб и затягивание крепежных деталей.

8.6.4.4 Сборка

1. Установите на место сетку воздухозаборника.
2. Установите на место крышку воздухозаборника.

8.7 Датчики температуры

8.7.1 Введение

Генераторы Stamford конструируются по стандартам, обеспечивающим выполнение требований директив ЕС о безопасности и рекомендаций по рабочим температурам. Для обнаружения перегрева обмоток главного статора и подшипников могут быть предусмотрены датчики температуры. Датчики могут относиться к двум типам: резистивные датчики температуры (RTD) с тремя проводами и терморезисторы с положительным температурным коэффициентом (PTC) с двумя проводами, подключаемыми к клеммной колодке через дополнительную или главную клеммную коробку. Сопротивление платиновых (PT100) резистивных датчиков температуры линейно увеличивается с ростом температуры.

ТАБЛ. 5. СОПРОТИВЛЕНИЕ (ОМ) ДАТЧИКА RT100 В ДИАПАЗОНЕ ОТ 40 ДО 180 °С

| Температура (°C) | | +1 °C | + 2 °C | +3 °C | + 4 °C | + 5 °C | + 6 °C | + 7 °C | + 8 °C | + 9 °C |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 40.00 | 115.54 | 115.93 | 116.31 | 116.70 | 117.08 | 117.47 | 117.86 | 118.24 | 118.63 | 119.01 |
| 50.00 | 119.40 | 119.78 | 120.17 | 120.55 | 120.94 | 121.32 | 121.71 | 122.09 | 122.47 | 122.86 |
| 60.00 | 123.24 | 123.63 | 124.01 | 124.39 | 124.78 | 125.16 | 125.54 | 125.93 | 126.31 | 126.69 |
| 70.00 | 127.08 | 127.46 | 127.84 | 128.22 | 128.61 | 128.99 | 129.37 | 129.75 | 130.13 | 130.52 |
| 80.00 | 130.90 | 131.28 | 131.66 | 132.04 | 132.42 | 132.80 | 133.18 | 133.57 | 133.95 | 134.33 |
| 90.00 | 134.71 | 135.09 | 135.47 | 135.85 | 136.23 | 136.61 | 136.99 | 137.37 | 137.75 | 138.13 |
| 100.00 | 138.51 | 138.88 | 139.26 | 139.64 | 140.02 | 140.40 | 140.78 | 141.16 | 141.54 | 141.91 |
| 110.00 | 142.29 | 142.67 | 143.05 | 143.43 | 143.80 | 144.18 | 144.56 | 144.94 | 145.31 | 145.69 |
| 120.00 | 146.07 | 146.44 | 146.82 | 147.20 | 147.57 | 147.95 | 148.33 | 148.70 | 149.08 | 149.46 |
| 130.00 | 149.83 | 150.21 | 150.58 | 150.96 | 151.33 | 151.71 | 152.08 | 152.46 | 152.83 | 153.21 |
| 140.00 | 153.58 | 153.96 | 154.33 | 154.71 | 155.08 | 155.46 | 155.83 | 156.20 | 156.58 | 156.95 |
| 150.00 | 157.33 | 157.70 | 158.07 | 158.45 | 158.82 | 159.19 | 159.56 | 159.94 | 160.31 | 160.68 |
| 160.00 | 161.05 | 161.43 | 161.80 | 162.17 | 162.54 | 162.91 | 163.29 | 163.66 | 164.03 | 164.40 |
| 170.00 | 164.77 | 165.14 | 165.51 | 165.89 | 166.26 | 166.63 | 167.00 | 167.37 | 167.74 | 168.11 |
| 180.00 | 168.48 | | | | | | | | | |

Терморезисторы с положительным температурным коэффициентом характеризуются резким возрастанием сопротивления при определенной температуре ("температуре срабатывания". Заказчиком может быть подключено дополнительное оборудование для отслеживания показаний датчиков и формирования сигналов, обеспечивающих срабатывание аварийной сигнализации или выключение генераторной установки.

Стандарт **BS EN 60085 (≅ IEC 60085) "Электрическая изоляция. Классификация и обозначение по термическим свойствам"** определяет классификацию изоляции обмоток по максимальной рабочей температуре, обеспечивающей приемлемый срок службы. Во избежание повреждения обмоток необходимо настроить сигналы в соответствии с классом изоляции, указанным на паспортной табличке генератора.

ТАБЛ. 6. ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРАБАТЫВАНИЯ АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБМОТОК

| Изоляция обмоток | Максимальная длительно выдерживаемая температура (°C) | Температура срабатывания аварийной сигнализации (°C) | Температура выключения (°C) |
|------------------|---|--|-----------------------------|
| Класс В | 130 | 120 | 140 |
| Класс F | 155 | 145 | 165 |
| Класс H | 180 | 170 | 190 |

Для смазывания подшипников на неприводном и приводном (при наличии) концах рекомендуется смазка Kluber Asonic GHY72 (эфирное масло с полимочевинной в качестве загустителя). Для своевременного обнаружения перегрева подшипников необходимо настроить сигналы управления согласно следующей таблице.

ТАБЛ. 7. ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРАБАТЫВАНИЯ АВАРИЙНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ

| Подшипники | Температура срабатывания аварийной сигнализации (°C) | Температура выключения (°C) |
|--------------------------------|--|---|
| Подшипник на приводном конце | 45 + максимальная температура наружного воздуха | 50 + максимальная температура наружного воздуха |
| Подшипник на неприводном конце | 40 + максимальная температура наружного воздуха | 45 + максимальная температура наружного воздуха |

8.7.2 Техника безопасности

ОПАСНО

Для испытаний датчиков температуры необходимо снять крышку главной клеммной коробки. Это создает опасность поражения электрическим током со смертельным исходом или тяжелыми травмами. Во избежание травм отсоедините генераторную установку от всех источников энергии и удалите средства накопления энергии. Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности.

ОСТОРОЖНО

Наружные поверхности могут быть очень горячими. Их соприкосновение с открытыми частями тела может в зависимости от продолжительности и температуры привести к тяжелым стойким ожогам. Не допускайте соприкосновения или надевайте защитные перчатки.

8.7.3 Испытания резистивных датчиков температуры

1. Снимите крышку клеммной коробки.
2. Определите выводы датчиков на клеммной колодке и местоположение каждого датчика.
3. Измерьте сопротивление между белым проводом датчика и каждым из его красных проводов.
4. Рассчитайте температуру датчика по измеренному сопротивлению.
5. Сравните рассчитанную температуру с показаниями внешнего контрольного оборудования (при его наличии).
6. Если заданы значения сигналов, вызывающих срабатывание аварийной сигнализации и выключение оборудования, сравните их с рекомендуемыми значениями.
7. Повторите шаги 3–7 для каждого датчика.
8. Установите крышку клеммной коробки на место.
9. Для замены неисправных датчиков обратитесь в службу поддержки заказчиков Cummins.

8.7.4 Испытания датчиков температуры с положительным температурным коэффициентом

1. Снимите крышку дополнительной клеммной коробки.
2. Определите выводы датчиков на клеммной колодке и местоположение каждого датчика.
3. Измерьте сопротивление между двумя проводами.
4. Датчик неисправен, если измеренное сопротивление указывает на обрыв цепи (бесконечное сопротивление) или на короткое замыкание (нулевое сопротивление).
5. Повторите шаги 3–5 для каждого датчика.
6. Остановите генератор и отслеживайте изменение сопротивления по мере охлаждения обмоток статора.
7. Датчик неисправен, если сопротивление не изменяется или изменяется скачкообразно.
8. Повторите шаг 8 для каждого датчика.
9. Установите на место крышку дополнительной клеммной коробки.
10. Для замены неисправных датчиков обратитесь в службу поддержки заказчиков Cummins.

8.8 Обмотки

8.8.1 Введение

Рабочие характеристики генератора зависят от качества электрической изоляции обмоток. Причинами ухудшения качества изоляции могут быть электростатические, механические и термические напряжения, химическое загрязнение обмотки и загрязнение окружающей среды. Для проверки состояния изоляции проводятся различные диагностические испытания, включающие в себя приложение испытательного напряжения к отсоединенным обмоткам и его снятие, измерение силы тока и расчет электрического сопротивления по закону Ома.

При первой подаче постоянного испытательного напряжения могут возникать токи трех видов.

- Емкостной ток: заряжает обмотку до величины испытательного напряжения (падает до нуля в течение нескольких секунд).
- Ток поляризации: изменяет ориентацию молекул изолирующего материала в соответствии с приложенным электрическим полем (падает практически до нуля в течение десяти минут).
- Ток утечки: вызывает разрядку на землю в местах, где сопротивление изоляции снижено в связи с загрязнением или увлажнением (возрастает до постоянной величины в течение нескольких секунд).

Для проверки сопротивления изоляции выполняется одно измерение через одну минуту после подачи постоянного испытательного напряжения, когда емкостной ток уже исчез. Для проверки коэффициента поляризации через десять минут выполняется второе измерение. Приемлемым результатом является увеличение сопротивления к моменту второго измерения не менее чем в два раза в связи со снижением тока поляризации. Если в связи с низким качеством изоляции ток утечки существенно превышает ток поляризации, показания двух измерений различаются незначительно. Специализированный измеритель сопротивления изоляции позволяет получить точные и надежные данные измерений, а также автоматизировать часть испытаний.

8.8.2 Техника безопасности

⚠ ОПАСНО

Для испытания обмоток необходимо снять защитные ограждения. Во избежание травм отсоедините генераторную установку от всех источников энергии и удалите средства накопления энергии. Перед началом работ выполните процедуры блокировки и опломбирования, предусмотренные правилами техники безопасности.

⚠ ОСТОРОЖНО

После проведения испытаний на сопротивление изоляции на обмотке сохраняется электрический заряд. Прикосновение к выводам обмотки может привести к поражению электрическим током. После каждого испытания заземлите обмотку на пять минут через заземляющий стержень для стекания заряда.

ПРИМЕЧАНИЕ

Высокое напряжение, подключаемое при испытаниях на сопротивление изоляции, способно повредить электронные компоненты автоматического регулятора напряжения (AVR). Перед выполнением любых испытаний на сопротивление изоляции необходимо отсоединить автоматический регулятор напряжения. Перед выполнением любых испытаний на сопротивление изоляции необходимо заземлить датчики температуры.

Увлажнение или загрязнение обмоток снижает сопротивление, что может привести к их повреждению под действием высокого напряжения при испытаниях на сопротивление изоляции. В случае сомнений сначала проверьте сопротивление при низком напряжении (500 В).

8.8.3 Требования

| | |
|--------------------------------|--|
| Средства индивидуальной защиты | Пользуйтесь средствами индивидуальной защиты, обязательными для данной площадки. |
| Расходные материалы | |
| Детали | |
| Инструменты | Измеритель сопротивления изоляции |
| | Мультиметр |
| | Миллиомметр или микроомметр |
| | Амперметр для измерений без разрыва цепи |
| | Инфракрасный термометр |

8.8.4 Методика испытаний обмоток

ТАБЛ. 8. ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ И МИНИМАЛЬНО ПРИЕМЛЕМОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБМОТКИ ДЛЯ НОВЫХ И РАБОТАЮЩИХ ГЕНЕРАТОРОВ

| | Испытание Напряжение (В) | Минимальное сопротивление изоляции через одну минуту (МОм) | |
|---|--------------------------------|--|------------|
| | | Новые | Работающие |
| Главный статор | 500 | 10 | 5 |
| Статор PMG | 500 | 5 | 3 |
| Статор возбуждителя | 500 | 10 | 5 |
| Сочетание ротора возбуждителя, выпрямителя и главного ротора | 500 | 10 | 5 |

1. Осмотрите обмотки на предмет механических повреждений и обесцвечивания вследствие перегрева. При наличии гигроскопичной пыли и других загрязнений очистите изоляцию.
2. Для главных статоров выполните следующие действия.
 - a. Отсоедините нейтраль от каждого проводника (при наличии).
 - b. Соедините между собой три вывода обмоток всех фаз (по возможности).
 - c. Подключите указанное в таблице испытательное напряжение между выводом фазы и заземлением.
 - d. Через одну минуту измерьте сопротивление изоляции (IR_{1min}).
 - e. Подсоедините на пять минут заземляющий стержень для разрядки испытательного напряжения.
 - f. Если измеренное сопротивление изоляции меньше минимально допустимого значения, высушите изоляцию, затем выполните процедуру повторно.
 - g. Снова подсоедините нейтраль к каждому проводнику (при наличии).
3. Для генераторов на постоянных магнитах, статоров возбуждителей и сочетания возбуждителей с главными роторами:
 - a. Соедините между собой оба конца обмотки (по возможности).
 - b. Подключите указанное в таблице испытательное напряжение между обмоткой и заземлением.
 - c. Через одну минуту измерьте сопротивление изоляции (IR_{1min}).
 - d. Подсоедините на пять минут заземляющий стержень для разрядки испытательного напряжения.
 - e. Если измеренное сопротивление изоляции меньше минимально допустимого значения, высушите изоляцию, затем выполните процедуру повторно.
 - f. Повторите испытания по данной методике для каждой обмотки.
 - g. Демонтируйте соединения, установленные для проведения испытаний.

8.8.5 Сушка изоляции

Ниже рассматриваются способы сушки изоляции обмоток главного статора. Во избежание повреждения оборудования вследствие выделения водяных паров из изоляции не допускайте возрастания температуры со скоростью выше 5 °C в час или до величины, превышающей 90 °C.

Постройте график сопротивления изоляции, позволяющий определить момент завершения сушки.

8.8.5.1 Сушка наружным воздухом

Во многих случаях система охлаждения генератора может служить достаточным средством его сушки. Отсоедините кабели от клемм X+ (F1) и XX- (F2) автоматического регулятора напряжения во избежание подачи напряжения возбуждения на статор возбuditеля. Запустите генераторную установку в невозбужденном состоянии. Для удаления влаги необходим беспрепятственный поток воздуха через генератор. Для усиления осушающего воздействия воздушного потока воспользуйтесь противоконденсационным нагревателем (при наличии).

По завершении сушки снова подсоедините кабели между статором возбuditеля и автоматическим регулятором напряжения. Если эксплуатация генераторной установки возобновляется позднее, включите противоконденсационный нагреватель (при наличии) и перед началом работы снова проведите испытания на сопротивление изоляции.

8.8.5.2 Сушка горячим воздухом

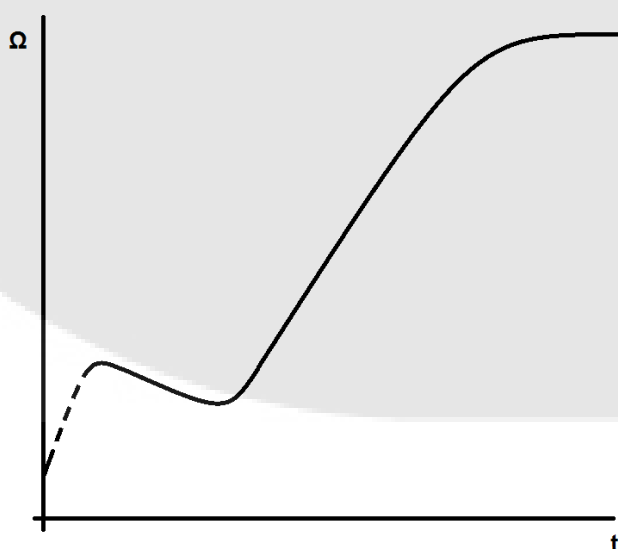
Направьте горячий воздух от одного или двух электрических вентиляторных нагревателей мощностью от 1 до 3 кВт в воздухозаборник генератора. Убедитесь в том, что каждый источник тепла удален от обмоток не менее чем на 300 мм во избежание коробления изоляции и других повреждений, вызванных перегревом. Для удаления влаги воздух должен беспрепятственно проходить через генератор.

После сушки удалите вентиляторные нагреватели и выполните необходимые процедуры повторного ввода в эксплуатацию.

Если эксплуатация генераторной установки возобновляется позднее, включите противоконденсационные нагреватели (при наличии) и перед началом работы снова проведите испытания на сопротивление изоляции.

8.8.5.3 Построение графика IR

При сушке генератора любым способом следует каждые 15–30 минут измерять сопротивление изоляции и температуру (при наличии датчиков) обмоток главного статора. Постройте график зависимости сопротивления изоляции IR (ось Y) от времени t (ось X).



На типовом графике показано первоначальное повышение сопротивления, падение и затем постепенный рост до устойчивого состояния; при незначительном увлажнении обмоток часть графика, представленная пунктирной линией, может отсутствовать. По достижении устойчивого состояния продолжайте сушку в течение еще одного часа.

ПРИМЕЧАНИЕ

Эксплуатация генератора до достижения минимально допустимого сопротивления изоляции не допускается.

8.8.6 Чистка изоляции

Снимите главный ротор для доступа к обмоткам главного статора с целью устранения загрязнений. Пользуйтесь чистой водой без моющих средств. Процедуры разборки и сборки опор на приводном (DE) и не приводном (NDE) концах приведены в разделе "Замена подшипников" главы "Сервисное и техническое обслуживание".

8.8.6.1 Снятие главного ротора

ПРИМЕЧАНИЕ

Ротор обладает значительным весом, а зазор между ротором и статором невелик. Удар ротора о статор или раму вследствие падения или раскачивания на стропях крана приводит к повреждению обмоток. Во избежание повреждения установите опорные прокладки и аккуратно направляйте концы ротора на всем протяжении работ. Не допускайте налегания стропы на вентилятор.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для безопасного и удобного снятия главного ротора пользуйтесь следующими специальными инструментами: удлинителем вала ротора, удлинительной трубой (приблизительно той же длины, что и вал ротора) и опорой удлинительной трубы с V-образными роликами, допускающей регулировку высоты. Уточните наличие и технические характеристики этих инструментов на заводе-изготовителе.

1. Снимите кронштейн с не приводного конца согласно инструкциям в разделе **Снятие не приводного конца**.
2. В случае генератора с двумя подшипниками снимите кронштейн с приводного конца согласно инструкциям в разделе **Снятие приводного конца**.
3. В случае генератора с одним подшипником снимите адаптер приводного конца согласно приведенным ниже инструкциям.
 - a. Отсоедините генератор от пускового двигателя.
 - b. Снимите адаптер приводного конца.
4. Закрепите удлинитель вала ротора на не приводном конце главного ротора.
5. Закрепите удлинительную трубу на удлинителе вала.
6. Расположите опору с V-образными роликами под удлинительной трубой рядом с рамой генератора.
7. Приподнимите удлинительную трубу на опоре с V-образными роликами таким образом, чтобы на нее опирался вес не приводного конца главного ротора.

8. Застропив ротор, приподнимите его краном на приводном конце, перенеся вес ротора на стропу.
9. Аккуратно перемещая стропу крана с качением удлинительной трубы по V-образным роликам, отодвигайте ротор от рамы генератора до тех пор, пока обмотки не будут видны полностью.
10. Подоприте ротор деревянными брусками во избежание его качения и повреждения обмоток.
11. Крепко привяжите стропу крана посередине обмоток главного ротора – вблизи центра тяжести ротора.
12. С помощью стропы приподнимите ротор краном для проверки его уравновешенности. При необходимости отрегулируйте стропу крана.
13. Аккуратно перемещая стропу крана, полностью отодвиньте ротор от рамы генератора.
14. Опустите ротор на деревянные бруски, которые служат опорами и препятствуют качению ротора и повреждению обмоток.
15. При необходимости снимите удлинительную трубу и удлинитель вала.
16. При необходимости снимите стропу крана, предварительно отметив ее положение для упрощения последующей сборки.

8.8.6.2 Монтаж главного ротора

ПРИМЕЧАНИЕ

Ротор обладает значительным весом, а зазор между ротором и статором невелик. Удар ротора о статор или раму вследствие падения или раскачивания на стропях крана приводит к повреждению обмоток. Во избежание повреждения установите опорные прокладки и аккуратно направляйте концы ротора на всем протяжении работ. Не допускайте налегания стропы на вентилятор.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для безопасного и удобного монтажа главного ротора пользуйтесь следующими специальными инструментами: удлинителем вала ротора, удлинительной трубой (приблизительно той же длины, что и вал ротора) и опорой удлинительной трубы с V-образными роликами, допускающей регулировку высоты. Уточните наличие и технические характеристики этих инструментов на заводе-изготовителе.

1. Закрепите удлинитель вала ротора на неприводном конце главного ротора (для некоторых моделей генератора – на стакане подшипника неприводного конца).
2. Закрепите удлинительную трубу на удлинителе вала.
3. Крепко привяжите стропу крана посередине обмоток главного ротора – вблизи центра тяжести ротора.
4. С помощью стропы приподнимите ротор краном для проверки его уравновешенности. При необходимости отрегулируйте стропу крана.
5. Расположите опору с V-образными роликами на неприводном конце рядом с рамой генератора.
6. С помощью стропы крана аккуратно начните вставлять ротор в раму генератора удлинительной трубой вперед.

-
7. Направьте удлинительную трубу в опору с V-образными роликами. При необходимости отрегулируйте высоту опоры с V-образными роликами.
 8. Вставляйте ротор в раму генератора до соприкосновения стропы крана с рамой.
 9. Опустите ротор на деревянные бруски во избежание качения ротора и повреждения обмоток.
 10. Переместите стропу на приводной конец вала ротора.
 11. С помощью стропы приподнимите ротор краном на приводном конце, перенеся его вес на стропу.
 12. Аккуратно перемещая стропу крана с качением удлинительной трубы по V-образным роликам, придвигайте ротор к раме генератора до тех пор, пока обмотки не будут полностью вставлены.
 13. Аккуратно опуская стропу крана, переместите вес ротора на опорную прокладку, затем извлеките стропу.
 14. В случае генератора с двумя подшипниками установите на место кронштейн приводного конца согласно инструкциям в разделе **Сборка приводного конца**.
 15. В случае генератора с одним подшипником соберите приводной конец согласно приведенным ниже инструкциям.
 - a. Установите на место адаптер приводного конца.
 - b. Сцепите генератор с пусковым двигателем.
 - c. Установите на место верхнюю и нижнюю крышки экрана на выпуске воздуха.
 16. Установите на место кронштейн приводного конца согласно инструкциям в разделе **Сборка неприводного конца**.
 17. Снимите удлинительную трубу.
 18. Снимите удлинитель вала ротора.
 19. Снимите опору с V-образными роликами.



9 Поиск неисправностей

ОПАСНО

Опасное напряжение. Риск поражения электрическим током и ожогов, в том числе со смертельным исходом. В методы поиска неисправностей входят испытания проводов под высоким напряжением. Опасность поражения электрическим током со смертельным исходом или тяжелыми травмами. Поиск неисправностей должен выполняться компетентным квалифицированным персоналом, обученным методам безопасной работы.

Оценивайте риск и работайте с проводами, находящимися под напряжением только если это абсолютно необходимо. Не работайте с проводами под напряжением или рядом с ними в одиночку; рядом должен находиться другой компетентный специалист, обученный изолировать источники питания и принимать меры в аварийной ситуации.

Устанавливайте предупреждающие таблички и не допускайте доступ в зону испытаний неуполномоченным лицам.

Убедитесь, что инструменты, испытательное оборудование, провода и присоединяемое оборудование разработаны, изготовлены и эксплуатируются с учетом использования при максимальных напряжениях, имеющих место при нормальных и аварийных условиях.

Примите соответствующие меры во избежание контакта с проводниками под напряжением, в том числе индивидуальные средства защиты (ИСЗ), изоляцию, ограждения и изолированные инструменты.

Перед началом любых процедур поиска неисправностей проверьте всю проводку на наличие обрывов цепи или неплотного прилегания контактов. В случае сомнений см. схему электрических соединений из комплекта поставки генератора. Сравните результаты измерений с данными свидетельства о проведении испытаний из комплекта поставки генератора.

Приведенные ниже рекомендации по устранению неполадок не являются исчерпывающими. В случае сомнений обратитесь в отдел технического обслуживания Cummins.

9.1 Без автоматического регулятора напряжения

ПРИМЕЧАНИЕ

Соблюдайте порядок испытаний, если не указано иное. Соблюдайте порядок этапов испытаний. Не переходите к следующему этапу до получения результата, если это не предусмотрено указанным действием (выделенным жирным шрифтом).

ТАБЛ. 9. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ: БЕЗ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

| ИСПЫТАНИЕ | МЕТОД | | РЕЗУЛЬТАТ и ДЕЙСТВИЕ |
|--|-------|---|--|
| 1 Внешнее возбуждение | 1 | Отсоедините положительный вывод статора возбудителя Х+ (F1) от автоматического регулятора напряжения. | - |
| | 2 | Отсоедините отрицательный вывод статора возбудителя ХХ- (F2) от автоматического регулятора напряжения. | - |
| | 3 | Измерьте мультиметром сопротивление обмотки статора возбудителя между положительным и отрицательным выводами. | Сопротивление обмотки статора возбудителя больше минимальных значений (см. главу "Технические характеристики"). |
| | 4 | Подсоедините внешний регулируемый источник постоянного напряжения 24 В к выводам статора возбудителя: положительный полюс – к положительному выводу, отрицательный – к отрицательному. Измерьте напряжение. | Измеренное возбуждение равно 12 В постоянного тока (для Р80 15 В постоянного тока) с погрешностью $\pm 10\%$. |
| | 5 | Запустите генератор без подключенной нагрузки. Измерьте частоту вращения. | Измеренная частота вращения отклоняется от номинального значения не более чем на 4 %. |
| | 6 | Измерьте межфазное напряжение и напряжение между фазами и нейтралью на выходных клеммах. Настройте регулируемый источник постоянного тока. | Измеренное выходное напряжение соответствует номинальному значению (с той же погрешностью, что и для возбуждения); фазы сбалансированы в пределах 1 %. Главные статор и ротор, статор и ротор возбудителя и диоды выпрямителя функционируют нормально. Перейдите к испытанию 7. Если разбалансировка превышает 1 %, перейдите к испытанию 2 Если фазы сбалансированы в пределах 1%, но выходное напряжение ниже номинального значения более чем на 10%, а испытание 3 еще не проведено, перейдите к испытанию 3. Если фазы сбалансированы в пределах 1%, но выходное напряжение ниже номинального значения более чем на 10%, а испытание 3 уже проведено, перейдите к испытанию 4. |

| ИСПЫТАНИЕ | МЕТОД | РЕЗУЛЬТАТ и ДЕЙСТВИЕ | |
|---------------------------|---|--|---|
| 2 Главный статор | Неисправность главного статора вызывает токи короткого замыкания между витками обмотки. Для подтверждения результатов диагностики проведите испытания на обнаружение симптомов. | | |
| | 1 | Во избежание влияния внешних компонентов на результаты испытаний отсоедините выводы главного статора. | - |
| | 2 | Микроомметром измерьте сопротивление обмоток главного статора между фазой и нейтралью. | Значения сопротивления обмоток главного статора существенно различаются и/или меньше минимальных значений (см. главу "Технические характеристики"). |
| | 3 | Запустите генераторную установку с частотой вращения, отклоняющейся от номинального значения не более чем на 4 %, без нагрузки и возбуждения. Подсоедините аккумуляторную батарею к статору возбудителя (см. испытание 1). | При подсоединении аккумуляторной батареи для возбуждения генератора короткое замыкание приводит к выделению тепла и появлению запаха гари. При добавлении небольшой нагрузки звук двигателя изменяется. |
| | 4 | - | Отремонтируйте или замените неисправную обмотку главного статора. |
| 5 | Снова подсоедините выводы главного статора. | Перейдите к испытанию 1. | |
| 3 Выпрямитель | 1 | Проверьте варисторы выпрямителя (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание"). | Оба вариатора функционируют нормально. |
| | 2 | Проверьте диоды выпрямителя (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание"). | Все диоды функционируют нормально. Перейдите к испытанию 1. |
| 4 Ротор возбудителя | 1 | Осмотрите обмотки и изоляцию. | Обмотки не обожжены и не повреждены. |
| | 2 | Отсоедините шесть выводов ротора возбудителя от соединительных штифтов переменного тока на выпрямителе. | - |
| | 3 | Пользуясь тремя выводами, которые были соединены с одной и той же пластиной выпрямителя, измерьте миллиомметром или микроомметром межфазное сопротивление. | Для каждой пары фаз сопротивление больше минимального значения (см. главу "Технические характеристики"). |
| | 4 | Снова подсоедините выводы ротора возбудителя. | Перейдите к испытанию 5. |
| 5 Главный ротор | 1 | Отсоедините вывод главного ротора от соединительного штифта на одной из пластин выпрямителя. | - |
| | 2 | Измерьте мультиметром или миллиомметром сопротивление обмотки главного ротора между положительным и отрицательным выводами. | Сопротивление обмотки главного ротора больше минимального значения (см. главу "Технические характеристики") |
| | 3 | Снова подсоедините вывод главного ротора. | Перейдите к испытанию 6. |

| ИСПЫТАНИЕ | МЕТОД | | РЕЗУЛЬТАТ и ДЕЙСТВИЕ |
|--|---|--|---|
| <p align="center">6</p> <p align="center">Изоляция статора возбудителя</p> | Низкое качество изоляции обмотки статора возбудителя может повлиять на рабочие характеристики автоматического регулятора напряжения. | | |
| | 1 | Проведите испытание электрической изоляции обмотки статора возбудителя (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание"). | Сопротивление между обмоткой статора возбудителя и заземляющим устройством больше минимального значения (см. главу "Технические характеристики"). Перейдите к испытанию 7. |
| <p align="center">7</p> <p align="center">Измерительные сигналы и источник питания автоматического регулятора напряжения</p> | На автоматический регулятор напряжения поступает измеренная величина выходного напряжения, что позволяет регулировать напряжение возбуждения посредством обратной связи. На схеме электрических соединений генератора показаны соединения измерительных выводов 6, 7 и 8 (E1, E2, E3) на выходных клеммах с автоматическим регулятором напряжения (при необходимости – через трансформаторы). Питание автоматического регулятора напряжения подается также через измерительные выводы или от генератора на постоянных магнитах (PMG). | | |
| | 1 | Отсоедините от автоматического регулятора напряжения кабели измерительных сигналов и питания. | - |
| | 2 | Согласно методике проведения испытания 1, запустите генератор с возбуждением от аккумуляторной батареи. | Частота вращения генератора отклоняется от номинального значения не более чем на 4 %, выходное напряжение – не более чем на 10 %, фазы сбалансированы в пределах 1 %. |
| | 3 | Измерьте напряжение обратной связи на клеммах автоматического регулятора напряжения. Проверьте цепь между выходными клеммами и автоматическим регулятором напряжения. | Измеренное напряжение находится в пределах допустимого диапазона и сбалансировано между фазами. Неисправности проводов и трансформаторов отсутствуют. |
| 4 | Отсоедините аккумуляторную батарею, снова подсоедините автоматический регулятор напряжения и запустите генератор. | См. раздел "Поиск неисправностей: автоматический регулятор напряжения с самовозбуждением" или "Поиск неисправностей: автоматический регулятор напряжения с независимым возбуждением". | |



9.2 Автоматический регулятор напряжения с независимым возбуждением – нагрузка отключена

ТАБЛ. 10. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ: АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР НАПЯЖЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ – НАГРУЗКА ОТКЛЮЧЕНА

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|---|--|
| <p>НЕТ НАПЯЖЕНИЯ (БЕЗ НАГРУЗКИ)</p> | <p>Неисправен статор или ротор генератора на постоянных магнитах (PMG).</p> | <p>Отсоедините выводы генератора на постоянных магнитах от клемм P2, P3, P4 автоматического регулятора напряжения. Запустите генератор с номинальной частотой вращения. Измерьте межфазное напряжение на выводах P2, P3 и P4 генератора на постоянных магнитах, следуя инструкциям по измерению среднеквадратичного напряжения. Измеренное напряжение находится в диапазоне от 170 до 195 В переменного тока (при 50 Гц) или от 204 до 234 В переменного тока (при 60 Гц) и сбалансировано между фазами в пределах 5 %. (Уточните на заводе-изготовителе последние изменения диапазона напряжения в спецификации проектных данных DD-15590)</p> <p>Мультиметром измерьте межфазное сопротивление обмоток статора генератора на постоянных магнитах. Сопротивление должно отклоняться от ожидаемого значения не более чем на 10 % (см. главу "Технические характеристики") и быть сбалансированным между фазами. Замените детали или проведите испытания заново согласно приведенной ниже таблице диагностики неисправностей генератора на постоянных магнитах.</p> |
| | <p>Замыкание статора генератора на постоянных магнитах на землю вследствие пробоя изоляции.</p> | <p>Проведите испытание на сопротивление изоляции обмотки статора генератора на постоянных магнитах (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание").</p> |
| | <p>Неисправен щитовой вольтметр.</p> | <p>Мультиметром измерьте напряжение на клеммах генератора.</p> |
| | <p>Неплотное прилегание контактов, разрыв или коррозия в соединениях.</p> | <p>Осмотрите пружинные клеммы на автоматическом регуляторе напряжения. При необходимости отремонтируйте или замените их.</p> |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|--|--|
| <p align="center">НЕТ НАПЯЖЕНИЯ (БЕЗ НАГРУЗКИ)</p> | <p>Активизирована цепь защиты автоматического регулятора напряжения от перевозбуждения, что привело к исчезновению выходного напряжения.</p> <p>На заводе-изготовителе настроено срабатывание цепи защиты автоматического регулятора напряжения (уставку напряжения см. в характеристиках автоматического регулятора напряжения) между выходами автоматического регулятора напряжения X+ (F1) и XX- (F2) с заданной задержкой.</p> | <p>Проверьте состояние светодиода автоматического регулятора напряжения. Если он горит, цепь защиты активна.</p> <p>Выключите двигатель и запустите его заново. Если напряжение нарастает обычным образом, но затем исчезает, это означает, что сработала цепь защиты; в этом случае горит светодиод автоматического регулятора напряжения.</p> <p>Повторите запуск и измерьте напряжение возбуждения между контактами автоматического регулятора напряжения AVR X+ (F1) и XX- (F2). Если оно больше уставки напряжения, цепь защиты функционирует нормально.</p> <p>Определите причину высокого напряжения возбуждения согласно инструкциям в разделе "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения".</p> |
| | <p>Короткое замыкание варистора на вращающемся выпрямителе.</p> | <p>Проверьте варисторы (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание").</p> |
| | <p>Короткое замыкание одного или нескольких диодов на вращающемся выпрямителе.</p> | <p>Проверьте диоды (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание").</p> |
| | <p>Обрыв цепи в обмотках статора возбудителя.</p> | <p>См. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения".</p> |
| | <p>Неисправен автоматический регулятор напряжения.</p> | <p>Замените автоматический регулятор напряжения и проведите испытание заново.</p> |
| | <p>Неисправна обмотка. Обрыв цепи или короткое замыкание в одной из обмоток агрегата.</p> | <p>См. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения".</p> |



| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|--|--|
| НИЗКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (БЕЗ НАГРУЗКИ) | Низкая частота вращения двигателя. | Измерьте частоту вращения тахометром. С помощью органа управления на регуляторе установите номинальную частоту вращения. |
| | Активизирована цепь защиты от понижения частоты (UFRO). | Проверьте светодиодный индикатор UFRO на автоматическом регуляторе напряжения. Если он горит, функция UFRO активизирована, что указывает на низкую частоту вращения. Скорректируйте частоту вращения двигателя таким образом, чтобы она отклонялась от номинального значения не более чем на -1 % или +4 %. |
| | Неверно настроен орган управления напряжением на автоматическом регуляторе напряжения или внешний ручной подстроечный реостат. | <ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью тахометра проверьте правильность частоты вращения двигателя и убедитесь в том, что функция UFRO отключена. 2. Скорректируйте напряжение с помощью органа управления напряжением на автоматическом регуляторе напряжения или дистанционного подстроечного реостата. |
| | Щитовой вольтметр неисправен или "залипает". | Мультиметром измерьте напряжение на клеммах генератора. |
| | Неисправен автоматический регулятор напряжения. | Замените автоматический регулятор напряжения и проведите испытание заново. |
| ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (БЕЗ НАГРУЗКИ) | Неверно настроен орган управления напряжением на автоматическом регуляторе напряжения или внешний подстроечный реостат. | <ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью тахометра проверьте правильность частоты вращения двигателя и убедитесь в том, что функция UFRO отключена. 2. Скорректируйте напряжение с помощью органа управления напряжением на автоматическом регуляторе напряжения или дистанционного подстроечного реостата. |
| | Обрыв цепи или очень слабый сигнал на входе автоматического регулятора напряжения для сигнала измерения напряжения. | Проведите испытание автоматического регулятора напряжения на напряжение обратной связи. (См. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения") |
| | Неисправен автоматический регулятор напряжения. | Замените автоматический регулятор напряжения и проведите испытание заново. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|--|
| НЕУСТОЙЧИВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (БЕЗ НАГРУЗКИ) | Нерегулярные колебания (неустойчивость) частоты вращения двигателя. | С помощью частотомера или тахометра проведите испытание двигателя на устойчивость частоты вращения. В некоторых случаях эта неполадка устраняется при подключении нагрузки. |
| | На автоматическом регуляторе напряжения неверно настроен блок управления устойчивостью. | Осмотрите перемычки и выбранную схему управления устойчивостью на автоматическом регуляторе напряжения; отрегулируйте потенциометр устойчивости. Повторите проверку при подключенной нагрузке. |
| | Неплотное прилегание контактов или коррозия в соединениях. | Осмотрите все клеммы на вспомогательной плате. Осмотрите пружинные клеммы на автоматическом регуляторе напряжения. При необходимости отремонтируйте или замените их. |
| | Перебегающее замыкание на землю (низкое сопротивление изоляции обмоток). | Проведите испытание на сопротивление изоляции обмоток (см. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения"). |
| РАЗБАЛАНСИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (БЕЗ НАГРУЗКИ) | Неисправна обмотка главного статора. | Проведите испытания обмоток главного статора. (См. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения") |

ТАБЛ. 11. ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ

| Напряжение на статоре генератора на постоянных магнитах | | Сопротивление между фазами статора генератора на постоянных магнитах | |
|---|------------------|--|---|
| | | В пределах допустимого диапазона, сбалансировано | Вне пределов допустимого диапазона или разбалансировано |
| В пределах допустимого диапазона | Сбалансированы | Неисправности отсутствуют | Проведите испытание на сопротивление заново. |
| | Несбалансированы | Проверьте разъем. | Замените статор генератора на постоянных магнитах |
| За пределами допустимого диапазона | Сбалансированы | Замените ротор генератора на постоянных магнитах | Замените статор генератора на постоянных магнитах |
| | Несбалансированы | Проверьте разъем. | Замените статор генератора на постоянных магнитах |

9.3 Автоматический регулятор напряжения с независимым возбуждением – нагрузка подключена

ТАБЛ. 12. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ: АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ – НАГРУЗКА ПОДКЛЮЧЕНА

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|---|
| НИЗКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (С НАГРУЗКОЙ) | Низкая частота вращения двигателя | Измерьте частоту вращения тахометром. С помощью органа управления на регуляторе установите номинальную частоту вращения. |
| | Активизирована цепь защиты от понижения частоты (UFRO). | Проверьте светодиодный индикатор UFRO на автоматическом регуляторе напряжения. Если он горит, функция UFRO активизирована, что указывает на низкую частоту вращения. Скорректируйте частоту вращения двигателя таким образом, чтобы она отклонялась от номинального значения не более чем на -1% или $+4\%$. |
| | Неисправен статор или ротор генератора на постоянных магнитах (PMG). | Отсоедините выводы генератора на постоянных магнитах от клемм P2, P3, P4 автоматического регулятора напряжения. Во время работы установки с правильной частотой вращения измерьте мультиметром напряжение на выводах. При 50 Гц напряжение между P2, P3 и P4 должно быть приблизительно равно 160 – 180 В переменного тока. При 60 Гц напряжение приблизительно равно 190 – 210 В переменного тока. |
| | Неисправен автоматический регулятор напряжения. | Замените автоматический регулятор напряжения и проведите испытание заново. |
| | Неисправна обмотка или вращающиеся диоды. | Признаком любой неисправности в этой области является высокое напряжение возбуждения между X+ (F1) и XX- (F2). См. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения". |
| | Падение напряжения между генератором и нагрузкой в связи с потерями I^2R в кабеле. Потери увеличиваются при скачках тока (например, во время запуска электродвигателя). | Измерьте напряжение между концами кабеля при полной нагрузке. В случае значительных потерь необходим кабель большего диаметра. |
| ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (С НАГРУЗКОЙ) | Нагрузка не сбалансирована. | Измерьте напряжение всех фаз. Если оно не сбалансировано, распределите нагрузку между фазами заново. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|--|---|
| ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (СНАГРУЗКОЙ) | Нагрузка с опережающим коэффициентом мощности. | Измерьте напряжение возбуждения между X+ (F1) и XX- (F2). Опережающий коэффициент мощности приводит к недопустимо СЛАБОМУ возбуждению постоянного тока. При низкой нагрузке удалите из системы конденсаторы для повышения коэффициента мощности. |
| | Изменена полярность параллельно подключенного понижающего трансформатора. | Проверьте полярность понижающего трансформатора. См. раздел "Поиск неисправностей: параллельная работа". |
| НЕУСТОЙЧИВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (СНАГРУЗКОЙ) | Неустойчивость (нерегулярные колебания) частоты вращения двигателя. | В случае неустойчивой работы регулятора или циклических нарушений работы двигателя с помощью частотомера или тахометра проведите испытания двигателя на устойчивость частоты вращения. |
| | Конденсаторы для повышения коэффициента мощности создают нагрузку с опережающим коэффициентом мощности. | Отсоедините конденсаторы для повышения коэффициента мощности до подключения достаточной нагрузки в виде электродвигателей. |
| | Нелинейные нагрузки обуславливают взаимное влияние систем динамического регулирования с обратной связью. | Системы с обратной связью, обеспечивающие управление нагрузкой, генератором и двигателем, воздействуют друг на друга. Неустойчивость вызвана параметрами систем регулирования, определяющими слишком высокую чувствительность. Поэкспериментируйте с вариантами настройки устойчивости на автоматическом регуляторе напряжения, в частности, уменьшите или увеличьте диапазон активной мощности с помощью перемычки. Обратитесь к проектировщикам нелинейной нагрузки для изменения параметров систем регулирования с обратной связью. Для стабилизации двигателя увеличьте степень "понижения" частоты вращения двигателя. За дополнительными рекомендациями по работе с нелинейными нагрузками обращайтесь на завод-изготовитель. |
| | Колебания тока нагрузки (запуск электродвигателей, нагрузки с обратной-зависимой характеристикой). | Измерьте ток нагрузки при стабилизированном источнике питания, например, электросети, или воспользуйтесь источником регулируемого постоянного напряжения согласно инструкциям в разделе "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения". |
| | На автоматическом регуляторе напряжения неверно настроен блок управления устойчивостью. | Настраивая орган управления устойчивостью, добейтесь устойчивости напряжения. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|--|---|
| РАЗБАЛАНСИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ (С НАГРУЗКОЙ) | Однофазные нагрузки (фаза – нейтраль) неравномерно распределены между тремя фазами. | С помощью амперметра для измерений без разрыва цепи измерьте ток в каждой фазе. Ток в каждой отдельной фазе НЕ ДОЛЖЕН превышать номинального значения для полной нагрузки. При необходимости распределите нагрузку заново. |
| НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ (С НАГРУЗКОЙ) | Частота вращения двигателя значительно снижена. Активизирована функция защиты автоматического регулятора напряжения от понижения частоты UFRO. | Проверьте, что при переходе от отсутствия нагрузки к полной нагрузке частота вращения снижается не более чем на 4 %. Проверьте светодиодный индикатор автоматического регулятора напряжения. Если он горит, увеличьте частоту вращения двигателя. |
| | Нагрузка не сбалансирована. | Проверьте напряжение и ток нагрузки во всех фазах. В случае нарушения баланса распределите нагрузку между фазами более равномерно. |
| | Неверно настроена схема понижения напряжения для параллельной работы, или требуется переключатель с перекрывающимися контактами для автономной работы. | Схема понижения напряжения обеспечивает дополнительное понижение напряжения -3 %, если коэффициент мощности при полной нагрузке равен 0,8. Для автономно работающих агрегатов эту ситуацию можно улучшить путем монтажа переключателя с перекрывающимися контактами на входе автоматического регулятора напряжения (S1 – S2), куда поступает сигнал от понижающего трансформатора тока. |
| | Падение напряжения между генератором и нагрузкой в связи с потерями в кабеле подачи (потерями I ² R). | Во время работы с полной нагрузкой измерьте напряжение между концами кабеля. В случае значительных потерь необходим кабель большего диаметра. |
| | На автоматическом регуляторе напряжения неверно настроен блок управления устойчивостью. | Настраивая блок орган управления, добейтесь устойчивости напряжения. |
| | Неисправен выпрямитель или обмотка возбуждения. | Измерьте напряжение возбуждения между X+ (F1) и XX- (F2) без нагрузки. Если оно превышает 12 В постоянного тока, см. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения". |
| | Активизирована функция защиты от понижения частоты (UFRO). | Проверьте светодиодный индикатор UFRO на автоматическом регуляторе напряжения. Если он горит, функция UFRO активизирована, что указывает на низкую частоту вращения. Измерьте частоту вращения тахометром и отрегулируйте ее (или частоту переменного тока) до номинального значения. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|---|
| НЕДОСТАТОЧНАЯ РЕАКЦИЯ НАПЯЖЕНИЯ ПРИ СКАЧКАХ НАГРУЗКИ ИЛИ ЗАПУСКЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ | "Залипание" или замедленная реакция регулятора двигателя. | <p>Проверьте рабочие характеристики двигателя в процессе подключения нагрузки. Убедитесь в том, что во время запуска электродвигателя горит светодиодный индикатор автоматического регулятора напряжения.</p> <p>Проверьте, активизированы ли цепи автоматического регулятора напряжения "DIP" или "DWELL". При необходимости выполните корректировку. (См. листок с инструкциями по эксплуатации автоматического регулятора напряжения).</p> |
| | Активизирована функция защиты автоматического регулятора напряжения от понижения частоты "UFRO". | Проверьте, что при переходе от отсутствия нагрузки к полной нагрузке частота вращения снижается не более чем на 4 %. Проверьте светодиодный индикатор автоматического регулятора напряжения. Если он горит, увеличьте частоту вращения двигателя. |
| | Неверно настроена схема понижения напряжения для параллельной работы. | Чрезмерное снижение приводит к резкому падению напряжения при запуске электродвигателей. Для генераторов, работающих автономно, смонтируйте переключатель с перекрывающимися контактами. См. раздел "Поиск неисправностей: параллельная работа". |
| | Скачки нагрузки создают ток, превышающий ток полной нагрузки в 2,5 раза. | Измерьте ток с помощью амперметра для измерений без разрыва цепи. Превышение тока полной нагрузки в 2,5 раза может приводить к недопустимо резкому падению напряжения. Для расчетов, относящихся к запускам электродвигателей, обратитесь на завод-изготовитель. |
| | Падение напряжения между генератором и нагрузкой в связи с потерями I^2R в кабеле подачи. Потери увеличиваются при скачках тока (например, во время запуска электродвигателей). | Измерьте напряжение между концами кабеля при полной нагрузке. В случае значительных потерь необходим кабель большего диаметра. |
| | Запуск контакторов с приводом от электродвигателей приводит к выпадению из синхронизма (значительные скачки тока, падение напряжения превышает 30%). | К этой неполадке могут относиться все причины и действия, указанные в этом разделе. За сведениями о типовых резких падениях напряжения обратитесь на завод-изготовитель. |
| | На автоматическом регуляторе напряжения неверно настроен блок управления устойчивостью. | Установите блок управления устойчивостью на автоматическом регуляторе напряжения в режим оптимизации характеристик. Вращайте регулятор против часовой стрелки до тех пор, пока напряжение не станет неустойчивым, затем слегка поверните по часовой стрелке для восстановления устойчивости. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|---|
| НЕДОСТАТОЧНАЯ РЕАКЦИЯ НАПЯЖЕНИЯ ПРИ СКАЧКАХ НАГРУЗКИ ИЛИ ЗАПУСКЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ | Неисправны обмотки или вращающийся выпрямитель. | Признаком любой неисправности в этой области является высокое напряжение возбуждения между X+ (F1) и XX- (F2). Если оно превышает 12 В постоянного тока, см. раздел "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения". |
| | При запуске электродвигателя активизируется цепь разгрузки двигателя. | Проверьте, активизированы ли на автоматическом регуляторе напряжения цепи разгрузки двигателя "DIP" или "DWELL". При необходимости выполните корректировку. См. инструкции по эксплуатации автоматического регулятора напряжения. |
| | Неисправен автоматический регулятор напряжения. | Замените его и проведите испытание заново с нагрузкой. |
| НАПЯЖЕНИЕ ИСЧЕЗАЕТ (С НАГРУЗКОЙ) | В автоматическом регуляторе напряжения активизирована цепь защиты в связи с состоянием перевозбуждения между выходами автоматического регулятора напряжения (X+ (F1) и XX- (F2)). | Напряжение возбуждения превышает 70 В постоянного тока. Измерьте напряжение между X+ (F1) и XX- (F2) с нагрузкой. Проверьте правильность частоты вращения двигателя при полной нагрузке. Проверьте выходное напряжение и убедитесь в том, что оно не превышает номинального значения. Проверьте, не превышен ли ток нагрузки. |
| | В автоматическом регуляторе напряжения сработала цепь защиты в связи с неисправностью обмоток генератора или диодов. | Проверьте светодиодный индикатор автоматического регулятора напряжения. Если он горит, цепь защиты активизирована. Выключите двигатель и запустите его заново. Если восстанавливается нормальное напряжение, но при подключении нагрузки оно снова исчезает, это означает, что цепь защиты активизирована в связи с перевозбуждением. Определите причину высокого напряжения возбуждения согласно инструкциям в разделе "Поиск неисправностей без автоматического регулятора напряжения". |
| | Неисправен автоматический регулятор напряжения. | Замените его и проведите испытание заново с нагрузкой. |
| | Значительная перегрузка или короткое замыкание между фазами. | Измерьте ток нагрузки с помощью амперметра для измерений без разрыва цепи. |

9.4 Параллельная работа

ТАБЛ. 13. ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ: ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|--|---|
| ПРИ ПОПЫТКЕ ПЕРЕХОДА К ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ НЕ ЗАМЫКАЕТСЯ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ | Автоматический выключатель снабжен защитой типа "проверка синхронизации", блокирующей его работу при отсутствии синхронизации фаз. | Убедитесь в том, что синхроскоп указывает на СОВПАДЕНИЕ ФАЗ агрегатов; допускается расхождение, соответствующее положению часовой стрелки в 11 часов (при вращении по часовой стрелке). Перед замыканием автоматического выключателя убедитесь в отсутствии существенного различия между частотой вращения подключаемой установки и частотой шины, которое могло бы привести к быстрому вращению синхроскопа (или беспорядочному миганию индикаторов). |
| | Чередование фаз на генераторах различается. | НЕ ПЫТАЙТЕСЬ ПЕРЕХОДИТЬ К ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ до тех пор, пока чередование фаз на каких-либо генераторах не совпадает. Проверьте чередование фаз на каждом генераторе. Поменяйте местами соединения каких-либо двух фаз для обращения чередования фаз генератора. |
| | Напряжение подключаемого генератора слишком сильно отличается от напряжения на шине. | Напряжение на подключаемой генераторной установке может быть выше напряжения на шине в пределах 4 %. ЭТО НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОТКЛОНЕНИЕМ ОТ НОРМЫ. Не изменяйте первоначально заданные значения напряжения без нагрузки. Если различие превышает 4 %, проверьте, нет ли чрезмерного понижения на генераторе (генераторах) с нагрузкой. |



| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|---|---|
| НЕУСТОЙЧИВЫЙ СИНФАЗНЫЙ РЕЖИМ ПЕРЕД СИНХРОНИЗАЦИЕЙ | На одном или нескольких двигателях неустойчиво работает регулятор. | Перед переходом к параллельной работе дождитесь прогрева и устойчивой работы двигателей. В случае продолжающихся колебаний частоты вращения проверьте регуляторы и состояние двигателя. |
| | Колебания нагрузки на шине приводят к изменениям частоты вращения/переменного тока на работающем с нагрузкой генераторе в процессе синхронизации. | Отсоедините все часто меняющиеся нагрузки. Перед попыткой синхронизации исключите возможность запуска электродвигателя или автоматического запуска нагрузки. НЕ ПЫТАЙТЕСЬ перейти к параллельной работе при неустойчивом токе нагрузки. |
| НЕУСТОЙЧИВАЯ ЧАСТОТА ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ С НАГРУЗКОЙ | Задано слишком малое значение понижения частоты вращения двигателя или наблюдаются периодические изменения (неустойчивость) частоты вращения отдельных двигателей. (С помощью счетчиков активной мощности (кВт) проверьте, не изменяется ли она резко при переходе к другой установке.) | Увеличьте заданное на регуляторе двигателя понижение частоты (от отсутствия нагрузки до полной нагрузки) до 4 %. Проверьте, не "залипают" ли регуляторы на новом двигателе. Проверьте двигатель на отсутствие периодических изменений частоты вращения (зажигание, разбалансировка и т. п.) |
| УСТОЙЧИВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДО И ПОСЛЕ СИНХРОНИЗАЦИИ, НЕУСТОЙЧИВОЕ – ВО ВРЕМЯ СИНХРОНИЗАЦИИ | Как правило, причиной является "срабатывание" в цепях панели синхронизации или защиты от утечек на землю, которое может привести к образованию временных контуров "обратной связи" между генераторами в процессе синхронизации. | Нерегулярные колебания снижаются при достижении генераторами синхронизма (почти точного совпадения частоты вращения) и полностью исчезают при замыкании автоматического выключателя. Временные неполадки, связанные со срабатыванием, могут быть обусловлены цепями синхронизирующего оборудования, защиты от утечек на землю и/или проводкой в распределительном оборудовании. |
| НЕКОНТРОЛИРУЕМЫЙ ТОК, РЕЗКО ВОЗРАСТАЮЩИЙ ПРИ ЗАМЫКАНИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ | На одном из генераторов изменена полярность параллельно подключенного понижающего оборудования. | Проверьте полярность понижающих трансформаторов тока. Измените полярность выводов S1-S2 на понижающем трансформаторе тока. Измерьте напряжение возбуждения: оно является наиболее высоким на генераторах с измененной полярностью понижающих трансформаторов. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|--|--|---|
| УСТОЙЧИВЫЙ УРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТОК НА ВСЕХ ГЕНЕРАТОРАХ, НЕ СНИЖАЮЩИЙСЯ ПРИ РЕГУЛИРОВКЕ НАПРЯЖЕНИЯ | На ВСЕХ генераторах изменена полярность параллельно подключенного понижающего оборудования. | Проверьте полярность понижающего оборудования. Для исправления ошибки измените полярность выводов S1–S2. Повторение этой ошибки проводки может быть обусловлено устойчивым уравнительным током, который невозможно устранить обычными средствами. |
| УСТОЙЧИВЫЙ УРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТОК НА ОБОИХ ГЕНЕРАТОРАХ БЕЗ НАГРУЗКИ | Разные значения напряжения (уровень возбуждения) на генераторах. | Проверьте значения напряжения без нагрузки (при идентичной частоте) и убедитесь в том, что они совпадают на всех генераторах. Не выполняйте корректировку в режиме распределения нагрузки. |
| | На ОБОИХ генераторах изменена полярность параллельно подключенного понижающего оборудования. (Изменение полярности понижающего оборудования на ОДНОМ генераторе приводит к значительно более НЕУСТОЙЧИВОМУ состоянию.) | Проверьте полярность ВСЕХ понижающих трансформаторов тока. |
| | Неверная настройка параллельно подключенного понижающего оборудования. | Проверьте параметры подстроечных реостатов понижающего оборудования. Проверьте правильность фазы понижающих трансформаторов тока. На автоматическом регуляторе напряжения проверьте правильность выходного сигнала трансформатора тока на S1-S2. |
| НЕСБАЛАНСИРОВАННАЯ АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ СЧЕТЧИКАМИ | Активная мощность (кВт) распределена между двигателями неравномерно. | Скорректируйте заданное на регуляторах понижение частоты вращения двигателей для равномерного распределения активной мощности (кВт). |
| НЕСБАЛАНСИРОВАННЫЙ ТОК ПРИ ИЗМЕРЕНИИ АМПЕРМЕТРАМИ ПОСЛЕ УРАВНИВАНИЯ МОЩНОСТИ | Разные значения напряжения (уровень возбуждения) на агрегатах. | Измерьте точные значения напряжения без нагрузки по отдельности для каждого агрегата. |
| | Неверно отрегулировано параллельно подключенное понижающее оборудование. | Отрегулируйте его в соответствии с приведенными выше инструкциями. |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|--|
| <p>НЕСБАЛАНСИРОВАННАЯ МОЩНОСТЬ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ИЛИ УМЕНЬШЕНИИ НАГРУЗКИ</p> | <p>Неравномерное распределение активной мощности (кВт) при изменении распределения перегрузки обусловлено несовместимостью регуляторов двигателей или "залипанием" новых регуляторов.</p> | <p>Необходимо настроить регуляторы двигателей таким образом, чтобы характеристики перехода от отсутствия нагрузки к полной нагрузке были приблизительно одинаковыми. Проверьте, не "залипают" ли регуляторы на новых или недавно покрашенных двигателях. Для приемлемого распределения активной мощности (кВт) необходимо задать на электронных регуляторах понижение частоты вращения хотя бы на 2 %. Если требуется более точная регулировка частоты вращения, следует установить систему с изохронным распределением нагрузки.</p> |
| <p>ВОЗРАСТАНИЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО ТОКА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ НАГРУЗКИ</p> | <p>Заданы различные уровни понижения средствами параллельно подключенного оборудования. На автоматических регуляторах напряжения по-разному настроена регулировка напряжения при переходе от отсутствия нагрузки к полной нагрузке. Эти параметры вносят основной вклад в характеристики нагрузки/напряжения агрегата и должны быть заданы таким образом, чтобы характеристики параллельно подключенных агрегатов были одинаковыми.</p> | <p>Запустите каждый генератор по отдельности и подключите нагрузку, составляющую приблизительно 25 %, 50 % и 100 % полной нагрузки. Измерьте напряжение для каждой величины нагрузки и сравните значения для разных генераторов. Настройте системы управления таким образом, чтобы исключить различия, обусловленные регулировкой. Примените эту методику еще раз, подключив максимально возможную индуктивную нагрузку: электродвигатели, трансформаторы и т. п. С помощью подстроечных реостатов параллельно подключенного понижающего оборудования добейтесь равномерного распределения индуктивной нагрузки.</p> |
| <p>НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ РЕГУЛИРОВКА НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ</p> | <p>Чрезмерное понижение напряжения в цепи средствами параллельно подключенного оборудования.</p> | <p>Для нормальной регулировки напряжения агрегата, работающего в автономном режиме, необходимо смонтировать переключатель с перекрывающими контактами в месте параллельного подключения понижающего трансформатора. (S1-S2). На панель необходимо нанести маркировку с четким указанием режима работы: "автономный" или "параллельный".</p> |

| СИМПТОМ | ПРИЧИНА | ДЕЙСТВИЕ |
|---|---|--|
| НЕСБАЛАНСИРОВАННАЯ МОЩНОСТЬ, "РАСКАЧИВАНИЕ" ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОПОРАХ | Для электронного регулятора двигателя заданы слишком малые величины "понижения" частоты вращения. | Для распределения активной мощности (активного тока) необходимо понижение частоты вращения двигателя хотя бы на 2 %. Если требуется регулировка частоты вращения с точностью не ниже 1 %, следует установить систему с изохронным распределением нагрузки и настроить электронное регулирование. |

9.5 Поиск неисправностей АРН

В этом разделе приведены общие указания по диагностике неисправностей на автоматических регуляторах напряжения. Дополнительные рекомендации см. в руководстве по конкретной модели автоматического регулятора напряжения, содержащем технические характеристики и инструкции по монтажу и настройке либо общие инструкции. В автоматическом регуляторе напряжения предусмотрена цепь защиты, срабатывающая приблизительно через 8 секунд после перехода в состояние неисправности (точное значение задержки зависит от типа автоматического регулятора напряжения). При срабатывании этой цепи отключается возбуждение генератора, что приводит к исчезновению выходного напряжения, затем выполняется ее самоблокировка до останова и повторного запуска генератора. Проектировщик системы должен обеспечить совместимость этой функции со средствами защиты системы в целом.

| Признак | Действие |
|---|---|
| ПРИ ЗАПУСКЕ НАПРЯЖЕНИЕ НЕ ВОЗРАСТАЕТ | Проверьте перемычку K1:K2 на автоматическом регуляторе напряжения или вспомогательных клеммах. При необходимости замените детали и запустите оборудование заново. |
| ПРИ ЗАПУСКЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВОЗРАСТАЕТ ДО НЕВЕРНОГО ЗНАЧЕНИЯ | Проверьте заданное напряжение (В) на управляющем потенциометре автоматического регулятора напряжения. При необходимости устраните неисправности. Проверьте "ручной подстроечный реостат" (при наличии). При необходимости выполните регулировку. Проверьте частоту вращения генератора: При необходимости скорректируйте ее и запустите оборудование заново. Проверьте индикатор "UFRO" на автоматическом регуляторе напряжения. Если он горит, см. описание процедуры настройки UFRO. |
| ПРИ ЗАПУСКЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВОЗРАСТАЕТ ОЧЕНЬ МЕДЛЕННО | Убедитесь в том, что ускорение генератора соответствует ожидаемому. При необходимости внесите поправки и запустите оборудование заново. Проверьте заданное значение регулируемого нарастания напряжения. При необходимости внесите поправки и запустите оборудование заново. |
| ПРИ ЗАПУСКЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВОЗРАСТАЕТ ДО ВЫСОКОГО ЗНАЧЕНИЯ | Проверьте проводку автоматического регулятора напряжения по схеме электрических соединений. |
| НАПРЯЖЕНИЕ ВОЗРАСТАЕТ ДО ВЫСОКОГО ЗНАЧЕНИЯ, ЗАТЕМ ПРИ ЗАПУСКЕ ПАДАЕТ ДО НИЗКОГО ЗНАЧЕНИЯ | Проверьте проводку автоматического регулятора напряжения по схеме электрических соединений. |

| Признак | Действие |
|--|--|
| НАПРЯЖЕНИЕ СНАЧАЛА НОРМАЛЬНОЕ, ЗАТЕМ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ПАДАЕТ ДО НИЗКОГО ЗНАЧЕНИЯ | Проверьте нагрузку генератора. Проверьте систему выпрямителя (см. главу "Сервисное и техническое обслуживание"). |
| НЕУСТОЙЧИВОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПРИ РАБОТЕ БЕЗ НАГРУЗКИ ИЛИ С НАГРУЗКОЙ | Проверьте устойчивость частоты вращения генератора. При необходимости внесите поправки и запустите оборудование заново. Проверьте проводку автоматического регулятора напряжения по схеме электрических соединений. Медленно поворачивайте ручку регулировки устойчивости на автоматическом регуляторе напряжения по часовой стрелке до достижения устойчивости. |
| ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ НАГРУЗКИ НАПРЯЖЕНИЕ ПАДАЕТ ДО НИЗКОГО ЗНАЧЕНИЯ | Проверьте, не снижается ли частота вращения генератора при подключении нагрузки. При необходимости внесите поправки и запустите оборудование заново. Проверьте индикатор "UFRO" на автоматическом регуляторе напряжения. Если он горит, см. описание процедуры настройки UFRO. |

Если все вышеуказанные испытания и проверки не позволили локализовать неисправность генератора, то это должно означать неисправность АРН. Автоматический регулятор напряжения не содержит компонентов, подлежащих ремонту.

АРН следует заменять только на фирменную запчасть STAMFORD.

9.5.1 Процедура настройки UFRO (защиты со спадом характеристики на пониженной частоте)

1. Остановите генератор.
2. Убедитесь в том, что на автоматическом регуляторе напряжения переключатель выбора для защиты от понижения частоты по технологии UFRO установлена на требуемую рабочую частоту.
3. Запустите генераторную установку без нагрузки и доведите частоту вращения до номинального значения.
4. Если напряжение корректно и индикатор UFRO не светится, вернитесь к процедуре поиска неисправностей.
5. Если индикатор UFRO горит, выполните следующие действия.
6. Поверните орган управления UFRO по часовой стрелке до упора.
7. Задайте частоту вращения генератора, равную требуемому порогу срабатывания защиты UFRO (как правило, 95% номинальной частоты вращения).
8. Медленно поворачивайте регулятор UFRO против часовой стрелки до тех пор, пока индикатор UFRO не загорится.
9. Погасите индикатор, слегка повернув регулятор по часовой стрелке.
10. Теперь настройка UFRO верна - вернитесь к процедуре поиска неисправностей.

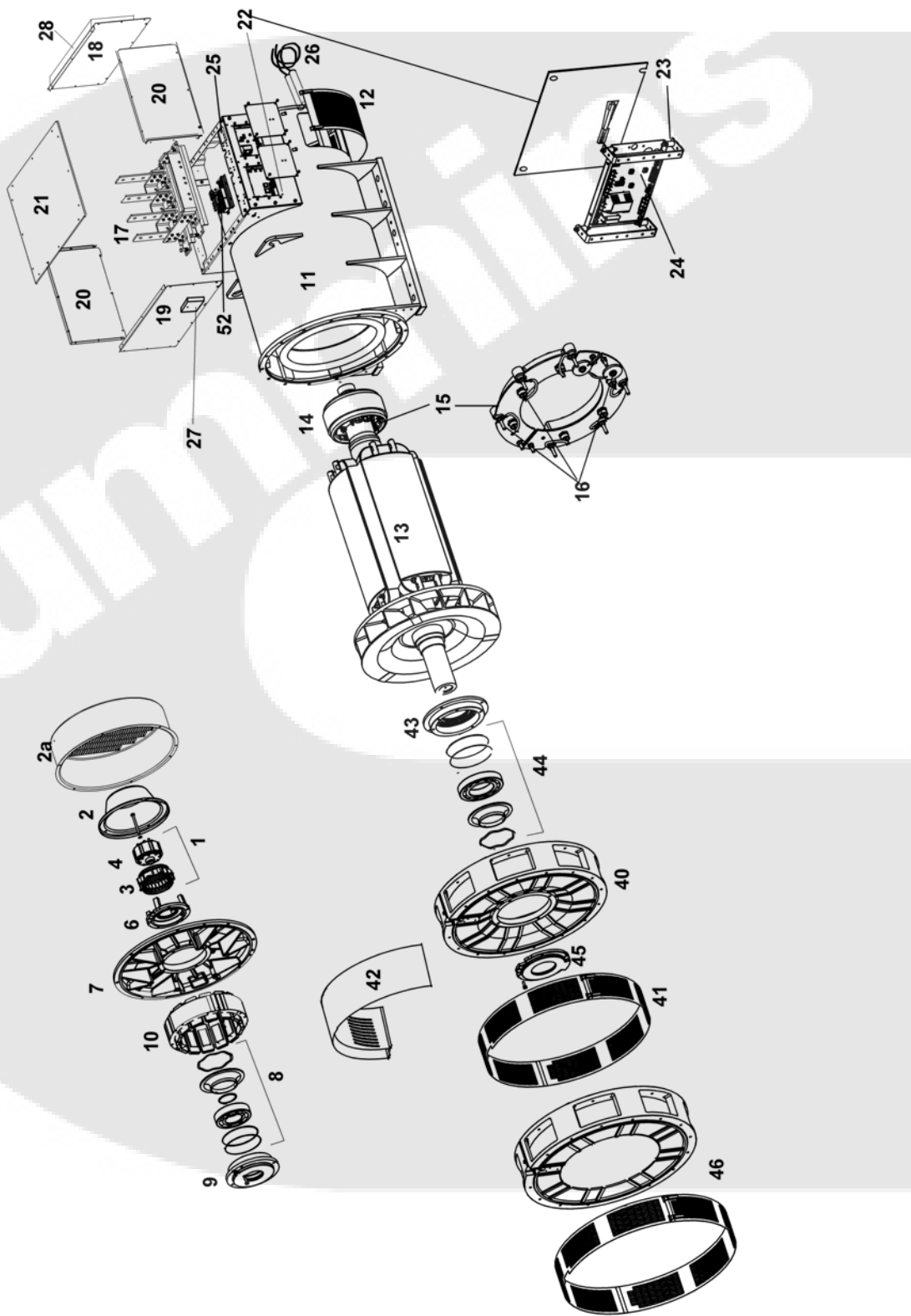


Эта страница намеренно оставлена пустой.



10 Идентификация деталей

10.1 Генератор PG7 с двумя подшипниками



10.2 Детали и крепежные элементы генератора PG7

ТАБЛ. 14. ДЕТАЛИ И КРЕПЕЖНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

| Справка | Компонент | Крепежный элемент | Количество | Крутящий момент (Н·м) |
|---------|--|-------------------|------------|-----------------------|
| 1 | Компоненты генератора на постоянных магнитах в сборе | - | - | - |
| 2/2a | Крышка генератора на постоянных магнитах / воздухозаборника | M8 x 16 | 4 | 26 |
| 3 | Ротор генератора на постоянных магнитах | M10 x 100 | 1 | 50 |
| 4 | Статор генератора на постоянных магнитах | M6 x 45 | 4 | 10 |
| 6 | Крышка подшипника на неприводном конце | M10 x 35 | 5 | |
| 7 | Кронштейн на неприводном конце | M12 x 40 | 8 | 95 |
| 8 | Подшипник на неприводном конце | - | - | - |
| 9 | Стакан подшипника на неприводном конце | M10 x 60 | 4 | 50 |
| 10 | Статор возбуждителя | M8 x 90 | 6 | 26 |
| 11 | Главная рама | - | - | - |
| 12 | Крышка нижнего воздухозаборника | Шплинт | 2 | - |
| 13 | Главный ротор | - | - | - |
| 14 | Ротор возбуждителя | - | - | - |
| 15 | Узел выпрямителя | M6 x 100 | 4 | 10 |
| 16 | Диод, варистор, резистор (см. раздел "Выпрямитель генератора PG7") | - | - | - |
| 17 | Главные клеммы | M12 x 40 | 12 | 45 |
| 18 | Концевая пластина клеммной коробки на неприводном конце | M6 x 16 | 10 | 10 |
| 19 | Концевая пластина клеммной коробки на приводном конце | M6 x 16 | 10 | 10 |
| 20 | Боковая панель клеммной коробки | M6 x 16 | 10 | 10 |
| 21 | Крышка клеммной коробки | M6 x 16 | 14 | 10 |
| 22 | Накладная пластина GenSentry | M6 x 16 | 4 | 10 |
| 23 | Монтажный кронштейн GenSentry | | | |
| 24 | Регистратор данных GenSentry | | | |
| 25 | Дополнительная клеммная колодка | M6 x 25 | 8 | 10 |
| 26 | Противоконденсационные нагреватели | - | - | - |
| 27 | Клеммная колодка нагревателя | | | |
| 28 | АРН | | | |
| 40 | Кронштейн на приводном конце | M12 x 50 | 12 | 95 |
| 41 | Воздуховыпускная решетка на приводном конце | M4 x 12 | 8 | 1.3 |
| 42 | Жалюзи на приводном конце | | | |

| Справка | Компонент | Крепежный элемент | Количество | Крутящий момент (Н-м) |
|---------|--|-------------------|------------|-----------------------|
| 43 | Стакан подшипника на приводном конце | M10 x 55 | 4 | 50 |
| 44 | Компоненты подшипника на приводном конце в сборе | - | - | - |
| 45 | Крышка подшипника на приводном конце | M10 x 35 | 5 | 50 |
| 46 | Переходник на приводном конце | M12 x 45 | 14 | 95 |
| 52 | Изолирующий трансформатор | | | |



10.3 Выпрямитель генератора PG7

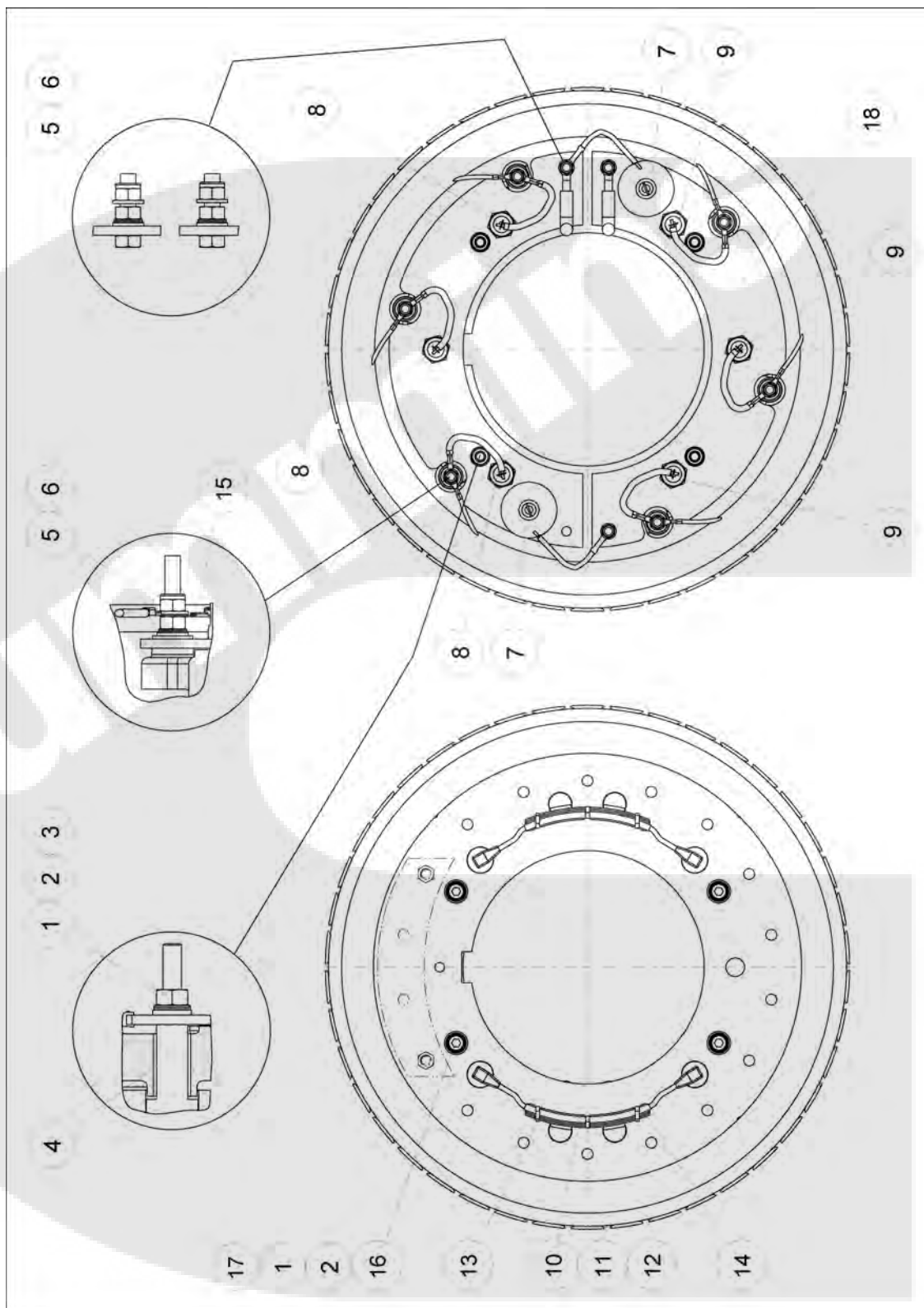


ТАБЛ. 15. КОМПОНЕНТЫ ВЫПРЯМИТЕЛЯ

| Справка | Компонент | Компонент | Количество | Крутящий момент (Н·м) |
|---------|--|-----------|------------|-----------------------|
| 1 | Плоская шайба М6 | A025K516 | 8 | - |
| 2 | Пружинная шайба М6 | A025H835 | 8 | - |
| 3 | Гайка М6 | A025H684 | 4 | 10 |
| 4 | Резистор | A042Z016 | 4 | - |
| 5 | Плоская шайба М5 | A025J020 | 8 | - |
| 6 | Контргайка М5 | A025J310 | 8 | 5 |
| 7 | Варистор | A025R102 | 2 | 5 |
| 8 | Диод (обратной полярности) | A025S718 | 3 | от 4,06 до 4,74 |
| 9 | Диод (прямой полярности) | A025V232 | 3 | от 4,06 до 4,74 |
| 10 | Стыковой соединитель | A025G539 | 2 | - |
| 11 | Лента | A025J939 | ? | - |
| 12 | Кабельная муфта | A025H617 | ? | - |
| 13 | Кабельная стяжка | A025M336 | 6 | - |
| 14 | Кабельный канал | A040S138 | 2 | - |
| 15 | Кольцевая клемма проводов возбуждителя | A025F342 | 6 | - |
| 16 | Винт с головкой под ключ М6 x 120 | A028J012 | 4 | 10 |
| 17 | Распорная втулка | A028W148 | 4 | - |
| 18 | Вращающийся выпрямитель в сборе | A041P220 | 1 | - |



Эта страница намеренно оставлена пустой.



11 Технические характеристики

ПРИМЕЧАНИЕ

Сравните результаты измерений с данными свидетельства о проведении испытаний из комплекта поставки генератора.

11.1 Сопротивление обмоток генератора PG7

| Тип генератора | Сопротивление обмоток при 20 °С (измеренные значения могут отличаться от указанных в пределах 10%) | | | | |
|----------------|--|--------------------------|------------------------------|--------------------|--|
| | Главный статор, фаза – нейтраль L-N (фаза – нейтраль, Ом) | Статор возбуждителя (Ом) | Ротор возбуждителя (L-L, Ом) | Главный ротор (Ом) | Статор генератора на постоянных магнитах (L-L, Ом) |
| PG7 S | 0.00093 | 17.5 | 0.126 | 2.17 | 2.6 |
| PG7 T | 0.00076 | 17.5 | 0.126 | 2.31 | 2.6 |



Эта страница намеренно оставлена пустой.



12 Запасные части и послепродажное обслуживание

Рекомендуем использовать подлинные запасные части STAMFORD, поставленные авторизованным пунктом обслуживания. Подробности о ближайшем пункте обслуживания см. на сайте www.stamford-avk.com.

Служба послепродажного обслуживания

Телефон: +44 (0) 1780 484744

Email: parts.enquires@cummins.com

12.1 Заказ деталей

При заказе деталей вместе с наименованием детали следует указать номер серии машины или идентификационный номер машины и тип. Номер серии машины приведен на паспортной табличке или раме.

12.2 Обслуживание заказчиков

Инженеры по обслуживанию Cummins Generator Technologies - это опытные профессионалы, прошедшие большой курс обучения для предоставления наилучшего обслуживания. Наша всемирная служба предлагает:

- Круглосуточную поддержку в аварийных случаях 365 дней в году.
- Ввод в эксплуатацию генераторов переменного тока на месте эксплуатации
- Обслуживание и контроль за состоянием подшипников на месте эксплуатации
- Проверку целостности изоляции на месте эксплуатации
- Настройку АРН и принадлежностей на месте эксплуатации
- Многоязыковую поддержку, осуществляемую инженерами на месте

Служба поддержки заказчиков:

Телефон: +44 1780 484732 (круглосуточно)

Email: service-engineers@cumminsgeneratortechnologies.com

12.3 Рекомендуемые запасные части

Для критически важных применений комплект запасных частей должен поставляться вместе с генератором.



| Компонент | Номер |
|--|--|
| Комплект выпрямителя | RSK6001 (3 диода прямой полярности, 3 диода обратной полярности и варисторы) 4 дополнительных резистора A042Z016 |
| Автоматический регулятор напряжения DM110 | E000-23800 |
| Герметизированный подшипник на приводном конце (длина сердечника S) | 45-0335 |
| Герметизированный подшипник на не приводном конце (длина сердечника S) | 45-0336 |
| Смазываемый подшипник на приводном конце (длина сердечника S) | 45-0423 |
| Смазываемый подшипник на приводном конце (длина сердечника T) | 45-0425 |
| Смазываемый подшипник на не приводном конце (длина сердечника S) | 45-0422 |
| Смазываемый подшипник на не приводном конце (длина сердечника T) | 45-0424 |
| Смазка Klüber | 45-0281 |

12.4 Смазка Klüber Asonic GHY72

Все испытания подшипников и расчет срока службы основаны на использовании Klüber Asonic GHY72.



13 Утилизация по окончании срока эксплуатации

Компании, специализирующиеся на переработке материалов из отходов, могут извлечь из генератора большую часть чугуна, стали и меди. За дополнительными сведениями обращайтесь в службу поддержки заказчиков.

13.1 Перерабатываемые материалы

Механически разделите основные материалы: чугун, медь и сталь, удалите краску, полиэфирную смолу и изоляционную ленту и/или остатки пластмасс со всех компонентов. Удалите содержащиеся среди них отходы.

Теперь чугун, медь и сталь можно переработать.

13.2 Компоненты, требующие специальной обработки

Снимите с генератора электрические кабели, электронные принадлежности и пластмассовые элементы. Эти компоненты требуют специальной обработки для отделения отходов от используемых материалов.

Отправьте используемые материалы на переработку.

13.3 Отходы

Утилизируйте отходы из обоих вышеуказанных процессов, воспользовавшись услугами специализированной компании по утилизации.





Эта страница намеренно оставлена пустой.





Штаб-квартира
Barnack Road
Stamford
Lincolnshire
PE9 2NB

United Kingdom (Великобритания)
Тел.: +44 1780 484000
Факс: +44 1780 484100

www.cumminsgeneratortechnologies.com

© Компания с ограниченной ответственностью Cummins Generator Technologies, 2013 г. Все права защищены.
Cummins и логотип Cummins являются зарегистрированными товарными знаками корпорации Cummins.