



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

ДОКУМЕНТЫ НОРМАТИВНЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»

**МЕТОДИКА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
ДИАГНОСТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ
ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

СТО Газпром 2-2.3-289-2009

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

Москва 2009

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**МЕТОДИКА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

СТО Газпром 2-2.3-289-2009

Издание официальное

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

Общество с ограниченной ответственностью «Газпромэнергодиагностика»

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром экспо»

Москва 2009

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью
«Газпромэнергодиагностика»
- 2 ВНЕСЕН Управлением энергетики Департамента по транспортировке,
подземному хранению и использованию газа ОАО «Газпром»
- 3 УТВЕРЖДЕН Распоряжением ОАО «Газпром» от 20 ноября 2008 г. № 429
И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ОАО «Газпром», 2009

© Разработка ООО «Газпромэнергодиагностика», 2008

© Оформление ООО «Газпром экспо», 2009

Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных ОАО «Газпром»

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и сокращения	2
4 Общие положения	2
5 Порядок и состав работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов	4
6 Анализ технической документации	4
7 Подготовительные работы	4
8 Техническое диагностирование электроприводов газоперекачивающих агрегатов	5
9 Определение технического состояния электроприводов газоперекачивающих агрегатов	5
10 Оформление результатов технического диагностирования электроприводов газоперекачивающих агрегатов	9
Приложение А (обязательное) Перечень работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов	10
Приложение Б (обязательное) Форма паспорта технического состояния электроприводов газоперекачивающих агрегатов	11
Приложение В (справочное) Технические характеристики типовых электроприводов газоперекачивающих агрегатов	32
Приложение Г (обязательное) Методика измерений и критерии оценки технического состояния электроприводов газоперекачивающих агрегатов	33
Библиография	44

Введение

Настоящий стандарт разработан с целью нормативно-методического обеспечения работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов энергохозяйства ОАО «Газпром».

Настоящий стандарт разработан с учетом требований СТО Газпром РД 39-1.10-083-2003 «Положение о системе технического диагностирования оборудования и сооружений энергохозяйства ОАО «Газпром».

Стандарт разработан к.т.н. Авдониным А.В, Самодуровым А.В., Данильченко А.М., Болдовым А.Н. (ООО «Газпромэнергодиагностика»).

**СТАНДАРТ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА
«ГАЗПРОМ»**

**МЕТОДИКА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ДИАГНОСТИРОВАНИЮ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ**

Дата введения – 2009-07-15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к организации, порядку и периодичности проведения работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов энергохозяйства ОАО «Газпром».

1.2 Положения и требования настоящего стандарта обязательны для применения дочерними обществами и организациями ОАО «Газпром», осуществляющими эксплуатацию электроприводов газоперекачивающих агрегатов, а также специализированными организациями, выполняющими работы по техническому диагностированию, сервисному и техническому обслуживанию, ремонту электроприводов газоперекачивающих агрегатов на объектах ОАО «Газпром».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 533-2000 Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия

ГОСТ 11828-86 Машины электрические вращающиеся. Общие методы испытаний

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 20074-83 Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов

ГОСТ 23479-79 Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования

ГОСТ 30296-95 Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов. Общие технические требования

ГОСТ Р ИСО 10816-3-99 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000⁻¹ об/мин

СТО Газпром 2-2.3-141-2007 Энергохозяйство ОАО «Газпром». Термины и определения

СТО РД 39-1.10-083-2003 Положение о системе технического диагностирования оборудования и сооружений энергохозяйства ОАО «Газпром»

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и сокращения

В настоящем стандарте применены термины по СТО Газпром 2-2.3-141 и следующие сокращения:

БВУ – бесщеточное возбудительное устройство;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ГПА – газоперекачивающий агрегат;

КЗ – короткое замыкание;

КПД – коэффициент полезного действия;

ПТС – паспорт технического состояния;

СКЗ – среднее квадратическое значение колеблющейся величины;

ТД – техническое диагностирование;

ЧР – частичные разряды;

ЩКА – щеточно-контактный аппарат;

ЭДЦ – энергодиагностический центр;

ЭМК – электромагнитный контроль;

ЭП – электропривод.

4 Общие положения

4.1 Объектами технического диагностирования являются электроприводы газоперекачивающих агрегатов энергохозяйства ОАО «Газпром».

4.2 Целью технического диагностирования ЭП ГПА является:

- предупреждение аварийного выхода из строя ЭП ГПА;
- повышение надежности работы ЭП ГПА;
- увеличение срока эксплуатации ЭП ГПА и снижение эксплуатационных затрат.

В ходе достижения поставленных целей обеспечиваются:

- определение технического состояния ЭП ГПА;
- систематизация и обобщение информации, получаемой при техническом диагностировании;
- управление техническим обслуживанием и ремонтом по фактическому техническому состоянию ЭП ГПА;
- обоснование решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации ЭП ГПА при выработке нормативного срока службы.

4.3 Работы по техническому диагностированию проводятся диагностическими организациями, которые соответствуют требованиям СТО РД Газпром 39-1.10-083. Организация проведения работ по техническому диагностированию должна соответствовать РД 153-34.0-03.150-00 [1].

4.4 Работы по техническому диагностированию ЭП ГПА осуществляются работниками, которые должны быть аттестованы в установленном порядке и иметь необходимый квалификационный уровень.

К выполнению работ допускаются лица, прошедшие инструктаж, проверку знаний по охране труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности и электробезопасности в установленном порядке, в соответствии с законодательными и нормативными правовыми актами по охране труда, РД 153-34.0-03.150 [1], ППБ-01-03 [2], Положением [3].

4.5 Требования к измерительным приборам и измерениям, методы и правила проведения испытаний установлены в ГОСТ 11828.

Методы измерений и аппаратура для регистрации частичных разрядов в изоляции фаз обмотки статора ЭП ГПА должны соответствовать ГОСТ 20074.

Аппаратура для измерения вибрации должна удовлетворять общим техническим требованиям к аппаратуре для измерения параметров вибрации в соответствии с ГОСТ 30296.

4.6 Срок очередного технического диагностирования определяется для каждого ЭП ГПА в зависимости от его технического состояния и режима работы.

Для исправного ЭП ГПА техническое диагностирование проводится через каждые 5000 отработанных часов эксплуатации, но не реже одного раза в 3 года. Техническое диагностирование следует проводить после выполнения ремонтных работ, при изменении режима эксплуатации, ухудшении технических характеристик объекта.

5 Порядок и состав работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов

5.1 Порядок и состав работ по техническому диагностированию ЭП ГПА включает:

- анализ технической документации;
- подготовительные работы;
- техническое диагностирование ЭП ГПА;
- обработку и оформление результатов технического диагностирования ЭП ГПА.

5.2 Перечень работ по техническому диагностированию ЭП ГПА приведен в приложении А.

6 Анализ технической документации

6.1 Анализ технической документации ЭП ГПА проводится с целью установления номенклатуры технических параметров, предельных состояний, а также основных элементов, развитие повреждений в которых может привести к отказу работы.

6.2 Анализ подлежат:

- нормативная, техническая, проектная, эксплуатационная, монтажная и ремонтная документации;
- оперативно-техническая документация (сменные журналы), а также информация по отказам и повреждениям;
- формуляр на ЭП ГПА;
- информация, хранящаяся в диагностической базе данных оборудования энергохозяйства ОАО «Газпром» по данному и аналогичному оборудованию.

7 Подготовительные работы

7.1 Подготовка диагностического оборудования для проведения работ по техническому диагностированию возлагается на специалистов ЭДЦ.

7.2 Подготовительные работы на объекте для выполнения технического диагностирования ЭП ГПА проводятся силами эксплуатирующей организации.

Состав подготовительных работ:

- выполнение технических мероприятий, обеспечивающих безопасность проведения работ со снятием напряжения, в соответствии с РД 153-34.0-03.150-00 [1] ;
- демонтаж торцевых крышек электродвигателя с обеих сторон;
- отсоединение питающего кабеля от выводов обмотки статора электродвигателя и заземление высоковольтного кабеля;

- разборка соединительной шины нулевых выводов обмотки статора электродвигателя;
- выемка ротора (при проведении испытаний листов активной стали сердечника статора);
- демонтаж крышек подшипников (при проведении капиллярного контроля шеек вала ротора).

8 Техническое диагностирование электроприводов газоперекачивающих агрегатов

8.1 Техническое диагностирование ЭП ГПА включает в себя следующие виды работ:

- измерение сопротивлений обмоток статора, ротора и возбuditеля постоянному току;
- измерение сопротивлений изоляции обмоток статора, ротора, возбuditеля и изоляции подшипника;
- визуальный и эндоскопический осмотр статора, ротора и возбuditеля;
- капиллярный контроль шеек вала ротора (при снятых крышках подшипников);
- контроль частичных разрядов в изоляции фаз обмотки статора;
- проверку состояния зубцовой зоны и испытания сердечника статора (при обследовании с выводом ротора);
- тепловой контроль качества паяк головок лобовых частей обмотки статора (проводится по результатам измерений сопротивлений фаз обмотки статора);
- вибрационный контроль ЭП ГПА (проводится на работающем агрегате);
- регистрацию параметров штатного термоконтроля.

8.2 Методики измерений и критерии оценки технического состояния ЭП ГПА приведены в Приложении Г.

9 Определение технического состояния электроприводов газоперекачивающих агрегатов

9.1 Для принятия решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации ЭП ГПА необходимо провести анализ: результатов технического диагностирования неразрушающими методами контроля, результатов визуального и эндоскопического осмотра, результатов испытаний и измерений, а также данных предшествующей эксплуатации, имевших место повреждениях и дефектов, а также сведений о работе аналогичных машин.

9.2 Основными параметрами оценки технического состояния ЭП ГПА являются:

1) для сердечника статора:

- наличие распушений и разрушений зубцов сердечника;
- наличие подвижных или смещенных нажимных пальцев сердечника;

- состояние прессовки сердечника;
- повышенный нагрев сердечника;
- 2) для обмотки статора:
 - состояние корпусной изоляции;
 - качество изготовления и состояние изоляции обмотки;
 - разница сопротивлений фаз обмотки постоянному току;
 - качество паяк лобовых частей обмотки;
 - величина сопротивлений изоляции фаз обмотки;
 - величина коэффициентов абсорбции фаз обмотки;
 - уровень частичных разрядов в изоляции обмотки;
 - состояние элементов крепления лобовых и пазовых частей обмотки;
- 3) для сердечника ротора:
 - состояние посадки деталей на вал;
 - осевое положение ротора;
- 4) для обмотки ротора:
 - состояние изоляции обмотки;
 - величина сопротивления изоляции обмотки;
 - величина сопротивления обмотки постоянному току;
 - состояние элементов крепления обмотки;
 - состояние бандажных колец;
- 5) для вала ротора:
 - состояние шеек вала ротора;
- 6) для бесщеточных возбудительных устройств:
 - качество посадки возбудителя на вал ротора;
 - состояние изоляции обмотки возбудителя;
- 7) для статических систем возбуждения:
 - состояние поверхности контактных колец;
 - состояние щеток и щеткодержателей;
 - состояние траверс и изоляционных втулок.

9.3 Критериями оценки технического состояния статора электродвигателя являются:

- 1) исправное – при обследовании не выявлено дефектов;
- 2) работоспособное – при обследовании выявлены отдельные дефекты, не препятствующие дальнейшей эксплуатации, такие как:
 - истирание корпусной изоляции менее чем на 50 % ее толщины независимо от числа мест истирания;

- незначительный уровень частичных разрядов;
- загрязнение обмотки и стали статора;
- незначительное распушение и разрушение зубцов стали сердечника статора (менее 5 % зубцов);

3) неработоспособное – при обследовании выявлены следующие дефекты:

- разница сопротивлений фаз обмотки постоянному току друг относительно друга более 2 % (требуется проведение тепловизионного обследования с целью определения качества паек лобовых частей обмотки статора);

- сопротивление изоляции обмотки меньше допустимого значения (обмотка нуждается в промывке и сушке или ремонте изоляции);

- коэффициенты абсорбции меньше допустимых значений (обмотка нуждается в сушке);

- глубина истирания изоляции составляет 50 % и более ее толщины, хотя бы на одном стержне (требуется ремонт изоляции);

- разрушение изоляции воздействием ЧР хотя бы на одном стержне обмотки (требуется замена поврежденного стержня);

- неудовлетворительное состояние крепления лобовых частей обмотки и недопустимое ослабление заклиновки ее в пазовой части (требуется переобвязка креплений и переклиновка обмотки в пазах);

- наличие более 5 % зубцов сердечника статора, имеющих сильные распушения и разрушения (требуется ремонт активной стали);

- наличие значительного числа (более 10 %) подвижных или смещенных нажимных пальцев сердечника (требуется ремонт активной стали);

- неудовлетворительное состояние давления прессовки активной стали (проникновение ножа-щупа при надавливании в более 5 % зубцов; требуется ремонт активной стали);

- перегрев стали при работе под нагрузкой (требуется ремонт активной стали);

4) предельное – при обследовании выявлены следующие дефекты:

- обгорание лобовых частей обмотки при пожаре или в результате электрической дуги не менее чем у 50 % лобовых частей с одной стороны электродвигателя (требуется перемотка);

- загрязнение поверхности лобовых частей обмотки сажей и (или) каплями меди в результате действия электрической дуги (требуется перемотка);

- истирание изоляции лобовых частей стержней обмотки более 0,5 толщины для верхних стержней и до меди нижних стержней (требуется перемотка);

- междуфазное КЗ в обмотках электродвигателя (требуется две и более частичных перемоток с заменами стержня);

- низкое качество изготовления изоляции и грубые нарушения технологии укладки обмотки (требуется перемотка);

- значительные (неремонтопригодные) повреждения активной стали сердечника статора.

9.4 Следует использовать следующие критерии оценки технического состояния ротора:

1) исправное – при обследовании не выявлено дефектов;

2) работоспособное – при обследовании выявлены отдельные дефекты, не препятствующие дальнейшей эксплуатации, в числе таких дефектов:

- загрязнение изоляции обмотки;

- незначительные повреждения изоляции и ослабление крепления обмотки;

3) неработоспособное – при обследовании выявлены следующие дефекты:

- сопротивление обмотки постоянному току отличается от предыдущих замеров более чем на 2 %;

- сопротивление изоляции обмотки менее допустимого значения (обмотка нуждается в очистке и (или) сушке);

- ослабление или выпадение элементов крепления обмотки (требуется восстановление креплений);

- значительные (до меди) разрушения витковой изоляции (требуется локальное восстановление витковой изоляции);

- подплавления пазовых клиньев (требуется перекалиновка ротора);

- ослабление посадки деталей на вал ротора (требуется ремонт);

- наличие дефектов шеек вала ротора (требуется ремонт);

- осевое смещение ротора (требуется центровка агрегата);

4) предельное – при обследовании выявлены следующие дефекты:

- наличие трещин и разрывов меди хотя бы на одном витке у 25 % и более катушек;

- укорочение хотя бы одного витка не менее чем на половину его ширины, у 25 % и более катушек;

- срез хотя бы одного витка у 5 % и более катушек из-за разрыва бандажного кольца;

- сквозные прогары гильзы в 50 % и более пазов ротора;

- обугливание хотя бы одной пластины витковой изоляции в 50 % и более пазов ротора;

- сквозные трещины или разрывы гильз в 50 % и более пазов ротора;

- сквозное выгорание хотя бы в одной пластине витковой изоляции у 25 % и более катушек;

- наличие пятен меди и обугленных участков на подклиновых прокладках в 25 % и более пазов.

9.5 Следует использовать следующие критерии оценки технического состояния возбудителя:

- 1) исправное – при обследовании не выявлено дефектов;
- 2) работоспособное – при обследовании выявлены отдельные дефекты, не препятствующие дальнейшей эксплуатации, в числе таких дефектов:
 - загрязнение изоляции обмоток;
 - незначительные повреждения изоляции соединительных шин катушек обмотки индуктора и токоведущего кабеля;
 - отсутствие защитного покрытия в местах пайки «петушков» якорной обмотки;
- 3) неработоспособное – при обследовании выявлены следующие дефекты:
 - сопротивление обмотки индуктора постоянному току отличается от предыдущего замера более чем на 2 %;
 - сопротивления фаз обмотки якоря постоянному току отличаются друг относительно друга более чем на 2 %;
 - сопротивления фаз обмотки якоря постоянному току отличаются от исходных данных более чем на 5 %;
 - неисправен регулятор возбуждения возбудителя;
 - неисправен полупроводниковый выпрямитель;
 - сопротивление изоляции фаз обмотки возбудителя меньше допустимого значения;
- 4) предельное – при обследовании выявлены следующие дефекты:
 - наличие межвитковых замыканий более чем в 25 % катушек обмотки индуктора;
 - металлическое замыкание обмотки на корпус;
 - сквозные трещины в корпусе возбудителя.

10 Оформление результатов технического диагностирования электроприводов газоперекачивающих агрегатов

10.1 По результатам технического диагностирования на месте проведения работ составляется предварительное заключение, содержащее результаты измерений, предварительные выводы, рекомендации и данные о техническом состоянии объектов диагностирования.

10.2 После окончательного анализа и обработки всех полученных результатов составляется паспорт технического состояния ЭП ГПА. Форма паспорта приведена в приложении Б.

10.3 Информация, полученная в ходе проведения технического диагностирования, заносится в отраслевую диагностическую базу данных оборудования энергохозяйства ОАО «Газпром» в соответствии с СТО РД Газпром 39-1.10-083.

Приложение А

(обязательное)

**Перечень работ по техническому диагностированию электроприводов
газоперекачивающих агрегатов**

Таблица А1 – Перечень работ по техническому диагностированию электроприводов газоперекачивающих агрегатов

Наименование работ	Единица измерения
Подготовительный этап	
Изучение работы оборудования, анализ его технического состояния	1 единица оборудования
Обработка, анализ и экспертиза комплекта документации	1 комплект документации
Обследование на работающей машине	
Организация и проведение испытаний оборудования на одном режиме (на работающей машине)	1 единица оборудования
Проведение измерения вибрации в контрольной точке с помощью переносного виброизмерительного прибора	1 точка, 1 канал в одном направлении
Обработка результатов диагностических измерений (по вибрационной диагностике)	1 ед. оборудования
Анализ результатов измерений (по вибрационной диагностике)	1 ед. оборудования
Обследование на остановленной машине	
Организация и проведение испытаний оборудования на одном режиме (на остановленной машине)	1 единица оборудования
Визуальный и измерительный контроль и выбраковка деталей с видимыми дефектами	1 дм ²
Визуально-оптический контроль внутренней части установки с использованием бороскопа (эндоскопа) при удалении от объекта контроля до 1,5 м	1 дм ²
Подготовка и проверка прибора для электромагнитных или электромеханических измерений	1 прибор
Определение сопротивления изоляции и токоведущего контура	1 узел
Снятие скоростных (временных) и электрических характеристик контактного узла	1 узел
Калибровка и подготовка теплоизмерительного прибора	1 комплект аппаратуры
Проведение измерения теплового состояния отдельного узла	1 узел
Формирование термограммы	1 термограмма
Обработка результатов (по тепловому контролю)	1 единица оборудования
Анализ результатов измерений (по тепловому контролю)	1 единица оборудования
Подготовка и проверка прибора для электромагнитных или электромеханических измерений	1 единица оборудования
Измерение геометрии элементов конструкции	1 элемент конструкции
Определение магнитных свойств стали	1 элемент конструкции
Заключительный этап	
Разработка технических и организационных предложений по повышению эффективности работы оборудования	1 тип оборудования
Составление заключения о техническом состоянии узла (элемента) оборудования	1 документ
Заполнение и обработка паспорта технического состояния оборудования	1 лист формата А4
Перенос данных из формуляра на бумажном носителе на электронный носитель, ввод в базу данных	1 формуляр

Приложение Б
(обязательное)

**Форма паспорта технического состояния электроприводов
газоперекачивающих агрегатов**

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ГАЗПРОМ»

«Утверждаю»

«Согласовано»

_____ Ф.И.О.
« ____ » _____ 200 _ г.

_____ Ф.И.О.
« ____ » _____ 200 _ г.

ПАСПОРТ

ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

ОБЪЕКТ: _____

ЛПУ МГ _____

КС _____

Цех _____

ГПА- _____

ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ: _____

Дата обследования: __. __. 20__ г.

От Исполнителя:

От Заказчика:

_____ Ф.И.О.
« ____ » _____ 200 _ г.

_____ Ф.И.О.
« ____ » _____ 200 _ г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ЧАСТЬ I		ДОКУМЕНТАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ
ФОРМУЛЯР 1	Регистрация работ	
ФОРМУЛЯР 2	Документация, использованная при оформлении паспорта	
ФОРМУЛЯР 3	Паспортные данные двигателя	
ФОРМУЛЯР 4	Данные заводских замеров и приемо-сдаточных испытаний	
ФОРМУЛЯР 5	Общий вид двигателя	
ФОРМУЛЯР 6	Электрическая схема подключения двигателя	
ФОРМУЛЯР 7	Сведения об эксплуатации	
ФОРМУЛЯР 8	Сведения об испытаниях	
ФОРМУЛЯР 9	Сведения о ремонтах	
ЧАСТЬ II		КОНТРОЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
ФОРМУЛЯР 10	Высоковольтные испытания изоляции обмотки статора с регистрацией частичных разрядов	
ФОРМУЛЯР 11	Результаты обследования статора	
ФОРМУЛЯР 12	Результаты обследования ротора	
ФОРМУЛЯР 13	Результаты теплового контроля паек лобовых частей обмотки статора	
ФОРМУЛЯР 14	Результаты вибрационного обследования	
ФОРМУЛЯР 15	Выводы	
ФОРМУЛЯР 16	Рекомендации	
ФОРМУЛЯР 17	Заключение	

Часть I Документальные сведения

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 1 Регистрация работ

ВИД РАБОТ	Техническое диагностирование
ДАТА НАЧАЛА ДАТА ОКОНЧАНИЯ	<p style="text-align: right;">__ . __ .20 __</p> <p style="text-align: right;">__ . __ .20 __</p>
СОСТАВ БРИГАДЫ СПЕЦИАЛИСТОВ	<p>Фамилия И.О. Должность</p> <p style="text-align: right;">руководитель бригады</p> <p style="text-align: right;">член бригады</p> <p style="text-align: right;">член бригады</p>
ОРГАНИЗАЦИЯ	Название организации
РАЗРЕШЕНИЕ	
СУБПОДРЯДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ	
РАЗРЕШЕНИЕ СУБПОДРЯДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	
ПОДПИСИ ЧЛЕНОВ БРИГАДЫ	<p style="text-align: right;">_____ Ф.И.О.</p> <p style="text-align: right;">_____ Ф.И.О.</p> <p style="text-align: right;">_____ Ф.И.О.</p>

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 1		Регистрация работ	

Список сертифицированных членов бригады			
№ п/п	Фамилия И.О.	№ квалификационного удостоверения	Виды контроля, уровень
1			
2			
3			

Перечень приборов				
№ п/п	Тип прибора	Заводской номер прибора	Свидетельство о поверке	Дата следующей поверки
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____	
ФОРМУЛЯР 2 Документация, использованная при оформлении паспорта	
ВИД ДОКУМЕНТАЦИИ	ОТМЕТКА ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
Журнал ремонта	
Заводская документация изготовителя на двигатель	
Протоколы штатных измерений и испытаний	
Схема электроснабжения электродвигателя	

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____	
ФОРМУЛЯР 3 Паспортные данные двигателя	
Тип	
Заводской номер	
Завод-изготовитель	
Год изготовления	
Год ввода в эксплуатацию	
Заводской номер ротора	
Заводской номер статора	
Напряжение, В	
Соединение фаз	
Номинальная активная мощность, кВт	
Номинальная полная мощность, кВА	
Номинальный ток ротора, А	
Номинальный ток статора, А	
Номинальная частота вращения, об/мин	
Отношение номинального значения начального пускового момента к номинальному вращающему моменту	
Отношение номинального значения начального пускового тока к номинальному току	
Отношение номинального значения максимального временного момента к номинальному моменту (не менее)	
Коэффициент полезного действия, %	
Коэффициент мощности cos φ	
Класс нагревостойкости изоляции	
Система возбуждения	

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____							
ФОРМУЛЯР 4 Данные заводских замеров и приемо-сдаточных испытаний							
Показатели	Заводские замеры			Приемо-сдаточные испытания			Установленная норма*
	Фаза А	Фаза В	Фаза С	Фаза А	Фаза В	Фаза С	
Сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса двигателя и между фазами при 20 °С, МОм							
Сопротивление фазы обмотки статора при постоянном токе в холодном состоянии при 20 °С, Ом							
Средняя величина воздушного зазора (односторонняя), мм							
Эффективное значение виброскорости подшипниковых опор, мм/с							
Сопротивление обмотки ротора постоянному току в холодном состоянии при 20 °С, Ом							
Сопротивление изоляции обмотки ротора относительно корпуса при температуре 20 °С, МОм							
Сопротивление изоляции обмотки ротора относительно корпуса при температуре 100 °С, МОм							

* Нормы согласно РД 34.45-51.300-97 [4].

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____	
ФОРМУЛЯР 5	Общий вид двигателя

Фотография ЭП ГПА (наименование типа ЭП ГПА)

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 6		Электрическая схема подключения двигателя	

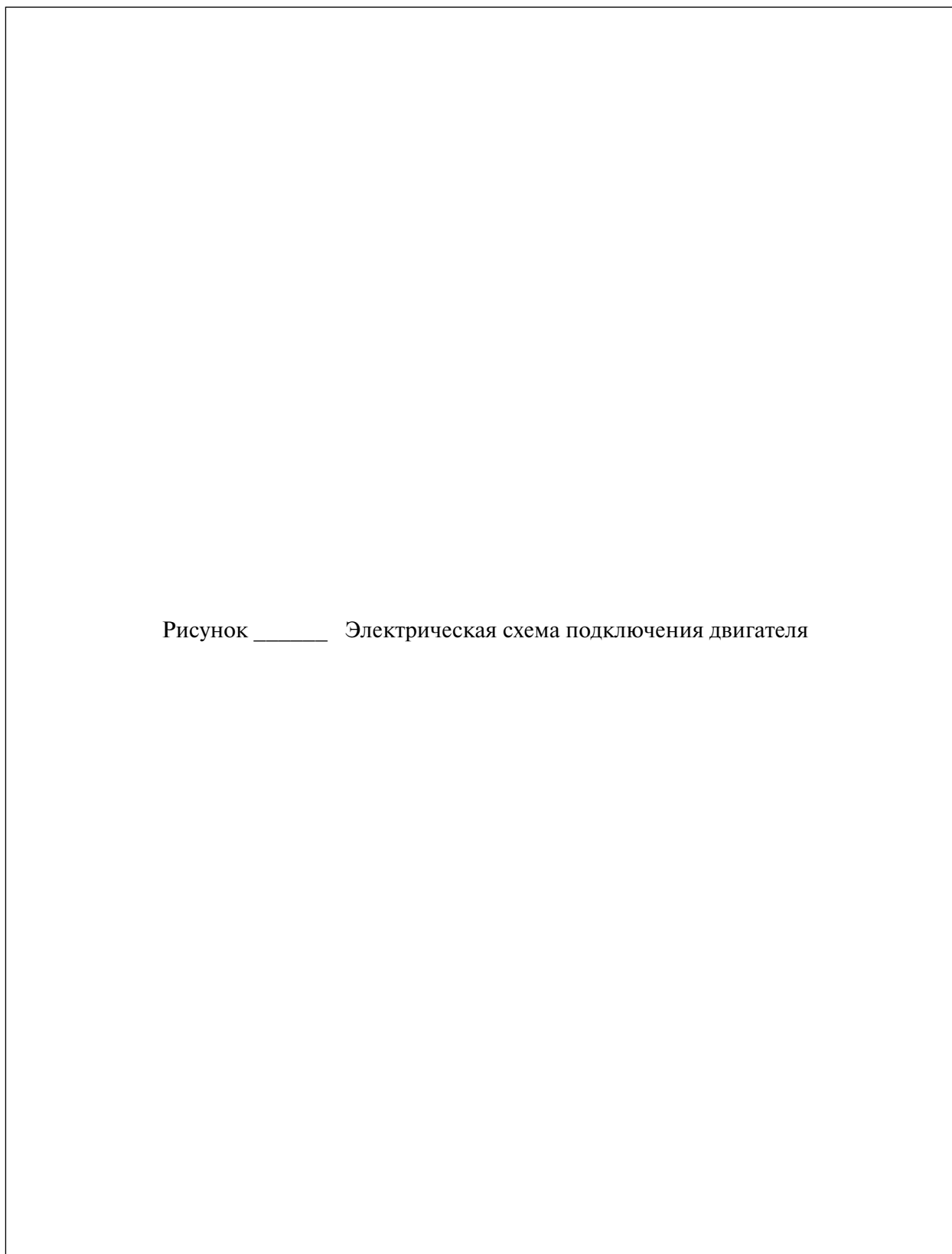


Рисунок _____ Электрическая схема подключения двигателя

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 7 Сведения об эксплуатации

Дата	Число пусков	Суммарная наработка, ч
__ . __ . 20 __		

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 8 Сведения об испытаниях

Дата	Вид	Краткие результаты
__ . __ . 20 __		

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 9 Сведения о ремонтах

Дата	Вид	Содержание	Заключение
__ . __ . 20 __			

Часть II Контрольные параметры

ЛПУ МГ _____ КС _____ Цех _____ ГПА- _____	
ФОРМУЛЯР 10 Высоковольтные испытания изоляции обмотки статора с регистрацией частичных разрядов	
Амплитудно-фазовые диаграммы ЧР по фазам обмотки статора (пК)	
1.Фаза «А»	
а) со стороны нулевых выводов	б) со стороны линейных выводов
Заключение: _____	Заключение: _____
2.Фаза «В»	
а) со стороны нулевых выводов	б) со стороны линейных выводов
Заключение: _____	Заключение: _____
3.Фаза «С»	
а) со стороны нулевых выводов	б) со стороны линейных выводов
Заключение: _____	Заключение: _____

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 11		Результаты обследования статора	

Сопrotивление изоляции фазы «А», МОм, R15/R60	
Сопrotивление изоляции фазы «В», МОм, R15/R60	
Сопrotивление изоляции фазы «С», МОм, R15/R60	
Сопrotивление обмотки фазы «А», Ом	
Сопrotивление обмотки фазы «В», Ом	
Сопrotивление обмотки фазы «С», Ом	

Осмотр статора

Возможные дефекты	Результаты осмотра
-------------------	--------------------

а) Расточка статора

Ослабление пазовых клиньев (3 шт. подряд или подвижные от руки)	
Наличие продуктов контактной коррозии сердечника статора	
Механические повреждения расточки	
Ослабление, выкрашивание зубцов	
Следы ремонта активной стали	
Признаки перегрева активной стали	
Наличие запыления, ржавчины	
Результаты ЭМК железа статора	

б) Лобовые части обмотки статора

Механические повреждения изоляции	
Ослабление крепления лобовых частей, наличие продуктов истирания изоляции, деформация лобовых дуг	
Признаки теплового старения изоляции, наличие признаков перегрева	
Загрязнение лобовых частей	
Обугливание изоляции	
Провисание "корзины" лобовых частей	
Нарушение паек головок, признаки перегрева паек	
Наличие посторонних предметов	
Прочие дефекты	

в) Выводные и соединительные шины

Ослабление крепления шин	
Старение изоляции шин	
Наличие признаков истирания изоляции шин	

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 12		Результаты обследования ротора	

Сопrotивление изоляции обмотки ротора, МОм	
Сопrotивление обмотки ротора, Ом	
Сопrotивление изоляции подшипника, МОм	

Осмотр ротора

Возможные дефекты	Результаты осмотра
Дефекты шеек вала ротора	
Дефекты бандажных колец	
Признаки ослабления посадки деталей на ротор	
Признаки ослабления клиновки обмотки в пазах	
Повреждения подбандажной изоляции	
Повреждение бочки ротора	
Ослабление или выпадение дистанционных распорок под бандажным кольцом	
Наличие посторонних предметов под бандажным кольцом	
Подвижность или выпадение балансировочных грузов	
Прочие дефекты	

Осмотр возбuditеля

Возможные дефекты	Результаты осмотра
Признаки ослабления посадки возбuditеля на ротор	
Повреждения соединительных шин полюсов	
Повреждение выпрямителя	
Прочие дефекты	

Осмотр статической системы возбуждения

Возможные дефекты	Результаты осмотра
Признаки ослабления посадки колец на ротор	
Повреждение траверс и изоляционных втулок	
Повреждения поверхности контактных колец	
Повреждение щеток и щеткодержателей	
Прочие дефекты	

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 13		Результаты теплового контроля паяк лобовых частей обмотки статора	

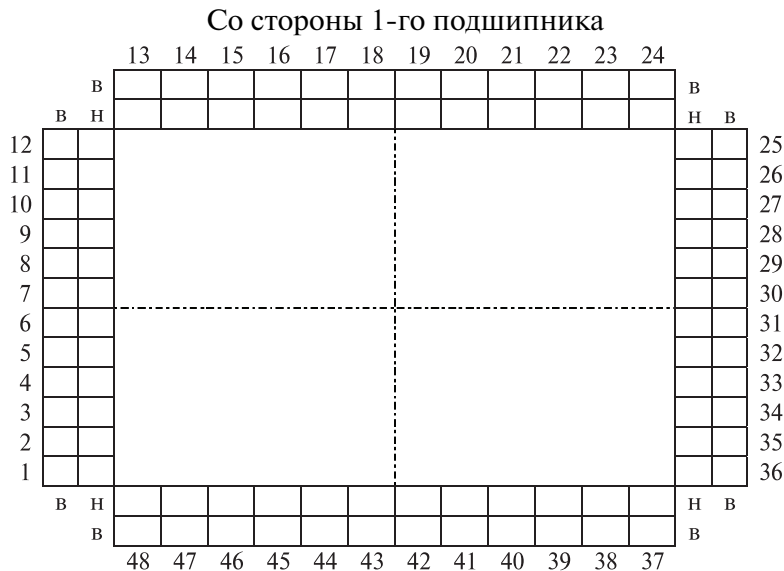


Рисунок 1 – Схематическое изображение головок лобовых частей обмотки статора со стороны 1-го подшипника (нумерация витков согласно электрической схеме обмотки статора)

Локальных перегревов на лобовых частях обмотки статора не обнаружено.



Рисунок 2 – Схематическое изображение головок лобовых частей обмотки статора со стороны 2-го подшипника (нумерация витков согласно электрической схеме обмотки статора)

- отсутствие дефекта пайки
- начальная степень неисправности ($1 < K_d < 1,2$)
- развившийся дефект ($K_d = 1,2-1,5$)
- аварийный дефект ($K_d > 1,5$)

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 13		Результаты теплового контроля паяк лобовых частей обмотки статора	

Условия проведения обследования:

Температура среды, °С	
Ток нагрева, А	
Время нагрева, мин	

Фотографии и термограммы:

Со стороны-го подшипника	
Фото №	Термограмма №
Т _н = °С; Т _с = °С; Т _д = °С;	
К _д = °С	
Заключение:	
Фото №	Термограмма №
Т _н = °С; Т _с = °С; Т _д = °С;	
К _д = °С	
Заключение:	
Фото №	Термограмма №
Т _н = °С; Т _с = °С; Т _д = °С;	
К _д = °С	
Заключение:	
<p>Примечание – Расчет коэффициента дефектности (К_д) производится согласно Приложению 3 РД 34.45-51.300-97 [4]. $K_d = (T_d - T_c) / (T_n - T_c)$, где Т_д – температура дефектной пайки, Т_н – температура нормальной пайки, Т_с – температура среды.</p> <p>1 < К_д < 1,2 – начальная степень неисправности. Держать под контролем.</p> <p>К_д = 1,2–1,5 – развившийся дефект. Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы.</p> <p>К_д > 1,5 – аварийный дефект. Требуется немедленного устранения.</p>	

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 14		Результаты вибрационного обследования	

Схема измерения вибрации

Направление измерения	Величина средней квадратической виброскорости, мм/с, в точках (см. схему)				Оценка вибросостояния
	1	2	3	4	
Верт.					
Гориз.					
Осев.					

Оценка вибрационного состояния электродвигателя производится согласно ГОСТ Р ИСО 10816-3.

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 15		Выводы	
Текст выводов			

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 16		Рекомендации	
Текст рекомендаций			

ЛПУ МГ _____	КС _____	Цех _____	ГПА- _____
ФОРМУЛЯР 17		Заключение	
Текст заключения			

Приложение В
(справочное)

Технические характеристики типовых электроприводов газоперекачивающих агрегатов

Таблица В.1 – Паспортные данные типовых ЭП ГПА

Тип	СТД-4000-23УХЛ4		СТМ-4000-2	СТДП-6300-2УХЛ4	СТД-12500-2УХЛ4	СДГ-12500-2УХЛ3.1	СДКП2-20-49-16У4	СДКП2-20-56-16У4	СДКП2-20-61-16У4	СДКП2-19-16У4
	6000	10000								
Завод-изготовитель	ХК ОАО «Привод», г. Лысьва									
Напряжение, В	6000	10000	6000	6000	10000	10000	6000	1000	6000	6000
Соединение фаз	Звезда									
Номинальная активная мощность, кВт	4000	4000	4000	6300	12500	12500	4000	4000	5000	2000
Номинальная полная мощность, кВА	4580	4580	4580	7230	14200	12780	4580	4600	5720	2320
Номинальный ток ротора, А	287	287	230	251	282	538	285	285	288	270
Номинальный ток статора, А	439	263	445	696	820	738	443	265	551	223
Номинальная частота вращения, об/мин	3000									
Отношение номинального значения начального пускового момента к номинальному вращающему моменту (не менее)	0,88	0,88	0,88	1,13	1,6	0,76	0,7	5	0,9	5
Отношение номинального значения начального пускового тока к номинальному току (не более)	6,5	6,5	6,69	6,28	8,86	7	5	7	5	7
Отношение номинального значения максимального вращающего момента к номинальному моменту (не менее)	1,65	1,65	1,65	1,51	1,65	1,65	-	-	-	-
КПД, %	97,4	97,4	96,1	97,6	97,8	97,57	96,2	96,2	96,5	96,3
Коэффициент мощности cos φ	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9

Приложение Г
(обязательное)

**Методика измерений и критерии оценки технического состояния
электроприводов газоперекачивающих агрегатов**

Г.1 Измерение сопротивлений обмоток статора, ротора и возбудителя постоянному току

Измерение производится микроомметром с фиксированием температуры обмоток.

При проведении измерений каждое сопротивление необходимо измерить не менее трех раз. За истинное значение сопротивления принимается среднеарифметическое измеренных значений. При этом результат отдельного измерения не должен отличаться от среднего более чем на $\pm 0,5 \%$.

При сравнении значений сопротивлений они должны быть приведены к одной температуре ($20 \text{ }^\circ\text{C}$). При измерении сопротивлений каждой из фаз обмотки статора значения сопротивлений не должны отличаться друг от друга более чем на 2% . Результаты измерений сопротивлений одних и тех же фаз обмотки не должны отличаться от исходных данных более чем на 2% .

Сопротивление обмотки ротора не должно отличаться от исходных данных более чем на 2% .

Сопротивления фаз обмотки возбудителя коллекторного типа не должны отличаться от исходных данных более чем на 2% для обмотки возбуждения и более чем на 10% для секций якоря.

Для БВУ измеренные значения сопротивлений не должны отличаться от исходных данных более чем на 2% для фаз обмотки возбуждения и более чем на 5% для якорных (фазных) обмоток.

Г.2 Измерение сопротивлений изоляции обмоток статора, ротора, возбудителя и изоляции подшипника

Измерения производятся мегаомметром с напряжением 2500/1000/500 В.

Измерение сопротивлений изоляции следует проводить для каждой фазы или ветви обмотки в практически холодном состоянии. При этом остальные фазы или ветви обмотки должны быть электрически соединены с корпусом машины. По окончании измерений обмотку необходимо разрядить, соединив ее электрически с заземленным корпусом машины. Продолжительность соединения обмотки с корпусом должна быть не менее 3 минут.

Напряжение мегаомметра при измерении сопротивления изоляции должно составлять:

- а) для обмотки статора – 2500 В;
- б) для обмотки ротора – 1000 В (допускается 500 В);
- в) для обмотки якоря возбuditеля совместно с вращающимся преобразователем – 1000 В;
- г) для обмотки возбуждения возбuditеля – 500 В;
- д) для подшипника – 1000 В.

Наименьшие допустимые значения сопротивлений изоляции фаз обмотки статора для электродвигателей при температуре обмотки 20 °С должны составлять не менее 10 МОм на киловольт номинального линейного напряжения.

При измерении сопротивлений изоляции обмотки статора для определения коэффициента абсорбции R_{60}/R_{15} отсчет производится дважды: через 15 и 60 секунд после начала измерений.

Значение коэффициента абсорбции R_{60}/R_{15} при температуре от 10 °С до 30 °С должно быть не менее 1,2 для электродвигателей мощностью до 5 МВт включительно и не менее 1,3 для электродвигателей мощностью выше 5 МВт.

Значение сопротивления изоляции обмотки ротора относительно корпуса должно быть не менее 0,5 МОм.

Значение сопротивления изоляции фаз обмотки возбuditеля (для электродвигателей с БВУ) должно быть не менее 0,5 МОм.

Значения сопротивлений изоляции подшипников не нормируются.

Сравнение характеристик изоляции производится при одной и той же температуре или близких ее значениях (расхождение не более 5 °С). Если это невозможно, то делается температурный пересчет в соответствии с инструкциями по эксплуатации конкретных видов электрооборудования.

Г.3 Визуальный и эндоскопический осмотр ЭП ГПА

Визуальный и эндоскопический осмотр ЭП ГПА проводится на выведенном в ремонт электродвигателе со снятыми торцевыми крышками и диффузорами без вывода ротора, после проведения подготовительных работ, в соответствии с ГОСТ 23479 и РД 03-606-03 [5], с помощью гибкого технического эндоскопа.

а) Осмотр и оценка технического состояния статора ЭП ГПА

1) При осмотре лобовых частей вблизи выхода секций из пазов оцениваются:

- наличие зазоров между лобовыми частями верхней и нижней полусекции одного паза и наличие истирания изоляции в случае закрытия зазоров;

- выдвигание межслоевой изоляционной прокладки из паза;
- разрывы асбо-лавановой ленты на выходе стержня из паза;
- наличие зазоров между стержнями соседних пазов;
- расслоение терморепактивной изоляции;
- наличие усталостных трещин в терморепактивной изоляции;
- наличие складок слоев терморепактивной изоляции;
- недостаточная полимеризация связующего состава терморепактивной изоляции;
- эрозийное повреждение корпусной терморепактивной изоляции;
- вспухание микалентной компаундированной изоляции;
- ионизационное повреждение микалентной компаундированной изоляции;
- выдавливание битумного компаунда из микалентной изоляции;
- надежность крепления дистанционных распорок лобовых частей;
- излом и деформация изоляции стержней на выходе из паза;
- истирание корпусной изоляции в местах выхода стержней из паза;
- состояние полупроводящего покрытия обмотки статора.

2) При осмотре лобовых частей обмотки на эвольвентных участках оцениваются:

- наличие зазоров между соседними стержнями обмотки;
- наличие и глубина истирания изоляции дистанционными прокладками;
- подвижность дистанционных прокладок и ослабление вязок;
- наличие складок слоев терморепактивной изоляции;
- расслоение терморепактивной изоляции;
- механические повреждения изоляции;
- разматывание покровной ленты на лобовой части обмотки;
- шелушение покровной изоляции;
- выдавливание битумного компаунда в местах установки дистанционных прокладок, потеки растворенного битума из микалентной изоляции;
- повреждение микалентной компаундированной изоляции соединительной шины;
- наличие и степень истирания изоляции нижних стержней о бандажные кольца;
- наличие загрязнений на лобовых частях;
- признаки перегрева изоляции (изменение цвета, наличие «сосулк» битумного компаунда).

3) При осмотре системы крепления лобовых частей обмотки оцениваются:

- провисание «корзинки» статора (зазоры между кронштейнами и бандажными кольцами);

- ослабление болтов крепления кронштейнов;
 - ослабление шнуровых вязок нижних лобовых частей обмотки к бандажным кольцам;
 - ослабление или обрывы шнуровых вязок верхних лобовых частей обмотки;
 - смещение дистанционных прокладок;
 - следы вибрации бандажных колец относительно кронштейнов крепления.
- 4) При осмотре головок лобовых частей обмотки оцениваются:
- изменение цвета изоляции;
 - растрескивание замазки на лобовой части у коробки головки;
 - вздутие, истирание и загрязнение изоляции;
 - зазоры между соседними головками лобовых частей обмотки.
- 5) При осмотре торцевой части сердечника статора оцениваются:
- надежность фиксации нажимных плит, нажимных пальцев и приклепанных к ним сегментов крайних пакетов активной стали;
 - загрязнение на коронках зубцов и вдоль нажимных пальцев;
 - деформация сегментов активной стали в каналах крайних пакетов;
 - распушение и выкрашивание сегментов зубцов;
 - наличие продуктов фреттинг-износа изоляционного покрытия листов магнитопровода.
- 6) При осмотре внутренней поверхности статора оцениваются:
- смещение концевых клиньев;
 - подвижность пазовых клиньев;
 - наличие продуктов фреттинг-износа изоляционного покрытия листов магнитопровода.
- 7) При осмотре «спинки» статора оцениваются:
- наличие загрязнения;
 - наличие ферромагнитной пыли вдоль «призм».
- 8) При осмотре соединительных шин оцениваются:
- наличие и надежность крепления прокладок и колодок;
 - разрывы и ослабления шнуровых вязок;
 - истирание изоляции и колодок в кронштейнах;
 - подвижность шин;
 - нарушение креплений кронштейнов;
 - термическое разрушение и обугливание связующего состава изоляции;
 - наличие зазоров между шинами;
 - степень старения изоляции шин;

- нарушение слоя эмали, покрывающей изоляцию шин.

б) Визуальный осмотр и оценка технического состояния ротора ЭП ГПА

1) При осмотре пазовой части ротора оцениваются:

- состояние пазовых клиньев ;
- признаки подвижности пазовых клиньев;
- состояние защитного покрытия;
- наличие местных оплавлений пазовых клиньев;
- наличие зазоров между пазовыми клиньями и бандажным кольцом ротора.

2) При осмотре лобовых частей обмотки ротора оцениваются:

- загрязнение изоляционных деталей;
- загрязнение лобовых частей;
- целостность витковой изоляции;
- деформация витков;
- наличие и смещение дистанционных распорок катушек;

3) При осмотре концевых частей ротора оцениваются:

- крепление балансировочных грузов;
- ослабление посадки элементов на вал ротора;
- осевое смещение ротора относительно статора (при обследовании с выводом ротора

или при снятых крышках подшипников);

- состояние шеек вала ротора (при снятых крышках подшипников);

4) При осмотре ЩКА оцениваются:

- дефекты поверхности контактных колец;
- состояние щеток и щеткодержателей;
- загрязнение мест крепления токоподводов к контактными кольцам токопроводящей

графитовой пылью;

- состояние траверс и изоляционных втулок.

в) Визуальный осмотр и оценка технического состояния возбуждителя

1) При осмотре бесщеточных возбуждительных устройств оцениваются :

- ослабление посадки возбуждителя на вал ротора;
- состояние пайки обмотки якоря;
- состояние изоляции соединительных шинок статора возбуждителя.

2) При осмотре возбуждителей коллекторного типа:

- состояние поверхности коллектора;
- состояние щеток и щеткодержателей;

- степень загрязнения мест крепления токоподводов к коллектору токопроводящей графитовой пылью;

- состояние траверс и изоляционных втулок.

Г.4 Капиллярный контроль шеек вала ротора ЭП ГПА

Капиллярный контроль шеек вала ротора проводится при выполнении ТД с выводом ротора с целью выявления поверхностных дефектов.

Метод основан на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей в полости поверхностных несплошностей материала объекта контроля и последующей регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом.

Контроль проводится по II классу чувствительности, в соответствии с ГОСТ 18442, что позволяет выявлять дефекты с шириной раскрытия от 1 до 10 мкм.

Г5. Контроль уровня частичных разрядов

Регистрацию частичных разрядов в изоляции фаз обмотки статора следует проводить в соответствии с ГОСТ 20074.

Аппаратура для измерений ЧР состоит из датчика для измерения высокочастотных импульсов ЧР, прибора регистрации частичных разрядов и испытательной установки (сборной или комплектной), состоящей из следующих элементов:

- высоковольтного источника переменного напряжения 50 Гц мощностью не менее 1000 ВА;

- регулятора испытательного напряжения соответствующей мощности;

- измерительных приборов: амперметр на 500 мА, статический киловольтметр для прямого измерения испытательного напряжения;

- реле токовой отсечки (выбирается по величине потребляемого тока на низкой стороне напряжения высоковольтного источника);

- устройства, обеспечивающего видимый разрыв цепи питания.

Допускается использование специального источника высоковольтного напряжения, укомплектованного вышеупомянутыми устройствами.

При испытаниях прибор регистрации ЧР работает в одноканальном режиме. Для каждой фазы двигателя регистрируется сигнал ЧР, полученный с помощью индуктивного датчика, расположенного на кабеле, соединяющем испытательную установку и обмотку статора. Для каждой фазы проводятся два испытания:

- при подаче напряжения со стороны нулевого вывода;

- при подаче напряжения со стороны линейного вывода.

Контроль уровня ЧР осуществляется в следующем порядке:

1) Проводится измерение сопротивлений изоляции фаз обмотки статора электродвигателя и вычисление коэффициента абсорбции для принятия решения о возможности проведения измерений ЧР. Собирается схема для подачи на обмотку статора номинального напряжения с частотой 50 Гц от постороннего источника (рисунок Г.1);

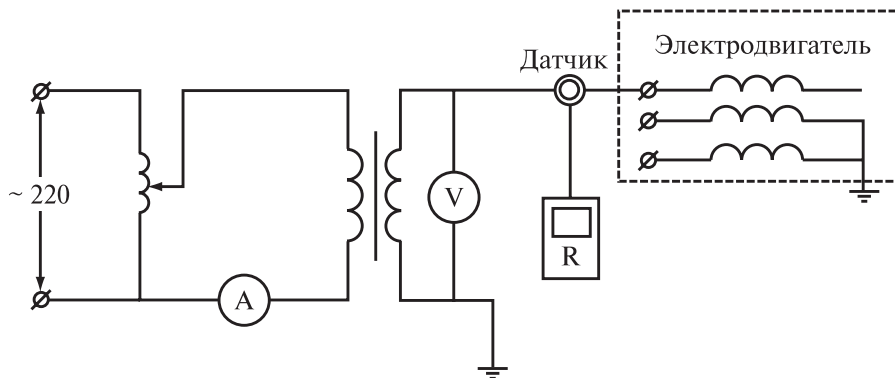


Рисунок Г.1 – Схема измерения ЧР (R – прибор регистрации частичных разрядов; датчик – электромагнитный датчик)

2) Напряжение подается на одну из фаз обмотки статора, другие фазы при этом заземляются. Уровень испытательного напряжения устанавливается в соответствии с фазным напряжением $U_{\text{фн}}$ и может быть понижен при подозрениях на наличие дефекта изоляции, но до уровня не менее 1 кВ.

Для каждой фазы проводятся два испытания:

- при подаче напряжения со стороны нулевого вывода;
- при подаче напряжения со стороны линейного вывода.

3) По окончании всех измерений проводится анализ результатов.

Преобладание разрядов положительной полярности свидетельствует о поверхностной активности ЧР, что может быть связано с загрязнением обмотки статора или неудовлетворительным состоянием полупроводникового покрытия изоляции обмотки статора. Преобладание разрядов отрицательной полярности свидетельствует о ЧР вблизи поверхности проводника. Если количество положительных и отрицательных разрядов соизмеримо, значит ЧР имеют место в толще изоляции проводника. По мере старения изоляции наблюдается тенденция к возрастанию интенсивности и амплитуды ЧР.

Критерии оценки состояния изоляции обмоток статоров электродвигателей по методу контроля ЧР приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Критерии оценки состояния изоляции обмоток статоров электрических машин

Уровни ЧР	Характеристики	Состояние обмотки	Рекомендации
Низкий	ЧР с уровнем кажущегося заряда меньше 1000 пКл	Состояние изоляции и крепление обмотки удовлетворительное	Требуется периодический контроль. Минимально раз в год
Умеренный	Регулярные ЧР с уровнем кажущегося заряда от 1000 до 5000 пКл	Состояние изоляции и крепление обмотки удовлетворительное, но претерпели изменения: - вздувание корпусной изоляции, образование щелей между слоями изоляции, образование зазоров между токоведущей частью стержня и изоляцией	Сравнить с предыдущими измерениями. В случае роста ЧР вдвое и более следует повторить измерения через 6 месяцев. Если повторные измерения не покажут увеличения ЧР-активности, то следует продолжать контроль 1 раз в год
Повышенный	Регулярные ЧР с уровнем кажущегося заряда от 5000 пКл до 10000 пКл. Существенное изменение уровня ЧР с ростом температуры	Наличие одного или нескольких дефектов в изоляции обмотки: - вздувание корпусной изоляции, образование щелей между слоями изоляции, образование зазоров между токоведущей частью стержня и изоляцией; - разрушение полупроводящего покрытия пазовым разрядом; - в результате вибрации стержня в пазу возникают перемежающиеся зазоры между стенкой паза и полупроводящим покрытием, вследствие чего увеличивается поверхностное сопротивление покрытия	Повторные измерения через 3 месяца работы. Увеличение ЧР-активности по сравнению с предыдущими измерениями требует проведения дополнительных испытаний для детализации причин явления, ревизии и ремонта обмотки
Критический	Регулярные ЧР с уровнем кажущегося заряда выше 10000 пКл	Состояние изоляции и крепление обмотки претерпели существенные изменения. Выявлены следующие дефекты: - эрозийное повреждение корпусной терморезистивной изоляции; - образование кавернообразной поверхности изоляции на участках, где исчезла асбо-лавсановая лента; - исчезновение изоляции элементарных проводников, рассыпание токоведущей части на отдельные проводники, рассыпание внутренних слоев изоляции на отдельные пластинки слюды	Необходимо обеспечить непрерывный мониторинг состояния изоляции обмотки. Произвести поиск мест повреждения изоляции и принять решение о ремонте и дальнейшей эксплуатации

Г.6 Проверка состояния и контроль стали сердечника статора методом ЭМК

ЭМК проводится при техническом диагностировании ЭП ГПА с выводом ротора.

Метод основан на локации магнитного потока при кольцевом намагничивании сердечника индукцией 0,01–0,05 Тл. Кольцевой магнитный поток, создаваемый переменным током промышленной частоты в намагничивающей обмотке, при прохождении по сердечнику приводит к появлению падения магнитных потенциалов между соседними зубцами. При отсутствии замыканий листов активной стали падение магнитного потенциала по всем пазам одинаково. Наличие дефекта в зоне измерений приводит к локальному изменению магнитного потока, вызванному протеканием тока в контуре замыкания.

ЭМК сердечника статора включает:

- измерение по пакетам наведенного кольцевым магнитным потоком напряжения;
- проведение измерений на всех зубцах расточки статора;
- выявление зубцов активной стали, имеющих повышенные дополнительные потери и локацию мест замыкания листов.

Критерии наличия опасных дефектов, а также измерительные схемы и установки для испытания активной стали при малых индукциях приведены в Справочнике [6].

Г.7 Тепловой контроль качества паек головок лобовых частей статора

Тепловой контроль проводится на выведенном в ремонт ЭП ГПА в целях контроля качества паек головок лобовых частей обмотки статора и выявления дефектных болтовых контактных соединений выводных шин.

Нагрев обмотки статора электродвигателя осуществляется постоянным током в пределах 0,6–0,8 $I_{ном}$ статора электродвигателя в течение 5–7 мин. Для предотвращения наброса нагрузки на испытываемую обмотку источник постоянного тока должен быть оборудован устройством плавной регулировки выходного значения тока $I_{вых}$.

В качестве индикатора следует использовать тепловизор. Полученные результаты оцениваются в соответствии с РД 34.45-51.300-97 [4].

Г.8 Вибрационный контроль ЭП ГПА

Измерение вибрации на подшипниковых опорах производится на работающем агрегате и включает:

- измерение вибрации в вертикальном направлении по центру крышки подшипников;
- измерение вибрации в поперечном направлении в горизонтальной плоскости, проходящей на уровне оси вала;
- измерение вибрации в осевом направлении – в горизонтальной плоскости, проходящей на уровне оси вала.

Оценка вибрационного состояния ЭП ГПА производится согласно ГОСТ Р ИСО 10816-3.

В таблице Г.2 приведены предельные значения среднеквадратических параметров вибрации подшипниковых опор ЭП ГПА.

Таблица Г.2 – Параметры вибрации подшипниковых опор ЭП ГПА

Класс опоры	Граница зон	СКЗ перемещения, мкм	СКЗ скорости, мм/с
Жесткие	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1
Податливые	A/B	28	3,5
	B/C	56	7,1
	C/D	90	11,0

Зона А – в эту зону попадает, как правило, вибрация новых машин, вводимых в эксплуатацию;

Зона В – машины, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают пригодными для эксплуатации без ограничения сроков;

Зона С – машины, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают непригодными для длительной непрерывной эксплуатации;

Зона D – уровни вибрации в этой зоне обычно могут вызвать серьезные повреждения машин.

Жесткой опорой следует считать опору, собственная центральная частота колебаний которой в направлении измерения вибрации как минимум на порядок выше частоты вращения вала ЭП ГПА. Все остальные опоры следует считать податливыми.

Г.9 Регистрация данных штатного термоконтроля

Система штатного термоконтроля позволяет контролировать температуру наиболее напряженных в тепловом отношении элементов ЭП ГПА. В большинстве случаев контролируется температура следующих областей электродвигателя:

- в наиболее горячей части сердечника статора (в каждой фазе уложено по одному термометру сопротивления на дно паза — «Сталь» и между слоями обмотки — «Медь»);
- охлаждающего воздуха на входе в вентиляторы;
- горячего воздуха на выходе из статора ЭП ГПА ;
- воды в воздухоохладителях на входе и на выходе;
- вкладыша в подшипник скольжения;
- обмотки ротора.

Термометры сопротивления должны быть выведены на регистрирующий прибор непрерывного действия.

Температура элементов ЭП ГПА оценивается в соответствии с требованиями ГОСТ 533.

В таблице Г3 приведены значения допустимых температур элементов ЭП ГПА для различных классов изоляции.

Таблица Г.3 – Температуры элементов ЭП ГПА

Части ЭП ГПА или охлаждающая среда	Измерение температуры, °С (превышение температуры, К), методом					
	сопротивления	заложенных термопреобразователей сопротивления	термометра	сопротивления	заложенных термопреобразователей сопротивления	термометра
	Класс В			Класс F		
1 Охлаждающая среда на выходе из непосредственно охлаждаемых активных частей: - воздух - масло	- -	110 85	110 85	- -	130 85	130 85
2 Обмотка статора: - при косвенном охлаждении воздухом	(80)	(85)	-	(100)	(105)	-
3 Обмотка ротора: - при косвенном охлаждении воздухом	(90)			(110)		
4 Активная сталь сердечника статора	-	120(80)	120(80)	-	140(100)	140(100)

Библиография

- [1] Руководящий документ Минэнерго России РД 153-34.0-03.150-00, ПОТ РМ-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок
- [2] Правила пожарной безопасности МЧС России ППБ-01-03 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации
- [3] Положение об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (утверждено приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 №37)
- [4] Руководящий документ РАО «ЕЭС России» РД 34.45-51.300-97 Объемы и нормы испытаний электрооборудования
- [5] Руководящий документ Госгортехнадзора России РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю
- [6] Справочник по ремонту турбогенераторов / Под ред. Х.А. Бекова. – М.: ИПКгосслужбы, 2006. – 724 с.

ОКС 27.010

Ключевые слова: методика, техническое диагностирование, электропривод газоперекачивающего агрегата, техническое состояние

Корректурa *А.В. Казаковой*
Компьютерная верстка *Н.О. Поляковой*

Подписано в печать 20.04.2009 г.
Формат 60x84/8. Гарнитура «Ньютон». Тираж 60 экз.
Уч.-изд. л. 5,4. Заказ 267.

ООО «Газпром экспо» 117630, Москва, ул. Обручева, д. 27, корп. 2.
Тел.: (499) 580-47-42, (499) 580-47-43.

Отпечатано в ООО «Полиграфия Дизайн»