

Лекция 7. Инструментальные средства энергетического обследования

Приведена классификация средств измерений энергетического обследования; рассмотрены их метрологические характеристики и показатели надёжности; даны рекомендации по комплектованию приборного парка инструментального энергетического обследования.

Инструментальные средства энергетического обследования

Инструментальными средствами энергетического обследования называются технические средства, используемые при энергетическом обследовании для измерения физических величин, контроля их значений, обработки и хранения измерительной информации. Для проведения инструментального обследования применяются стационарные или специализированные портативные приборы. При проведении измерений следует максимально использовать уже существующие узлы учета энергоресурсов на предприятии или организации, как коммерческие, так и технические. Важнейшей особенностью контрольно-измерительных средств инструментального энергетического обследования является наличие у них нормированных метрологических характеристик.

7.1. Классификация средств измерений энергетического обследования

Различают следующие виды контрольно-измерительных средств энергетического обследования [28]:

- меры,
- измерительные приборы,
- измерительные преобразователи,
- измерительные установки,
- информационно-измерительные системы.

Мерами называются средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. При инструментальном энергетическом обследовании применяются одноканальные, многоканальные регулируемые и нерегулируемые меры, а также наборы мер. При электрических измерениях широко используются шунты и дополнительные резисторы, магазины сопротивлений, емкостей и индуктивностей.

Измерительными приборами называются средства измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации, т.е. сигналов функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме доступной для непосредственного восприятия человеком, проводящим энергетическое обследование. Различают показывающие и регистрирующие измерительные приборы. Последние целесообразно использовать для проведения интервальных измерений энергетического обследования.

Измерительными преобразователями называются средства измерений, предназначенные для выработки сигналов измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию человеком, проводящим энергетическое обследование. Различают измерительные преобразователи с изменением рода физической величины, например, чувствительные элементы тепловизоров, расходомеров, термоанемометров и измерительные преобразователи без изменения рода физической величины. К последним

относятся широко применяемые при инструментальном энергетическом обследовании измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Измерительной установкой называется совокупность конструктивно и функционально объединённых средств измерений и вспомогательных устройств, необходимых для проведения комплексного энергетического обследования.

Информационно-измерительные системы представляют собой совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи и обеспечивающих одновременное измерения и регистрацию значений энергетически параметров в различных точках обследуемого объекта. Такие системы широко применяются для проведения балансовых измерений энергетического обследования.

Как отмечалось выше, инструментальное энергетическое обследования должно проводиться с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования. К стационарным приборам и оборудованию, используемому для энергоаудита, относятся приборы коммерческого учета энергоресурсов, контрольно-измерительная и авторегулирующая аппаратура, приборы климатического наблюдения и другое оборудование, установленное на объекте энергоаудита. Все измерительные приборы должны быть соответствующим образом проверены. Портативные приборы могут быть собственностью энергоаудитора, обследуемого предприятия или взяты во временное пользование. Приборы должны иметь сертификат о поверке прибора и внесены в реестр средств измерения, содержаться в рабочем состоянии. Помимо вывода показаний на дисплей или шкалу портативные приборы должны иметь стандартный аналоговый или цифровой выход для подключения к регистраторам, компьютерам и другим внешним устройствам. Портативные приборы должны иметь автономное питание, быть компактными и иметь небольшой вес, позволяющий проводить обслуживание на объекте одним человеком.

7.2. Метрологические характеристики и показатели надёжности

К числу важнейших метрологических характеристик инструментальных средств энергетического обследования относятся погрешности средств измерений, вариации показаний, чувствительность и диапазон измерений.

Абсолютная погрешность— это разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой величины.

Относительная погрешность - равна отношению абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины.

Приведённая погрешность - определяется как отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению. Обычно за нормирующее значение принимается диапазон измерений прибора. Относительная и приведённая погрешности могут быть выражены в процентах.

Вариацией показаний прибора - называется наибольшая возможная разность между его отдельными повторными показаниями, соответствующими одному и тому же истинному значению измеряемой величины, при неизменных внешних условиях.

Обобщённой метрологической характеристикой является класс точности.

Класс точности– это выраженная в процентах максимально допустимая основная приведённая погрешность средства измерения. Термин "основная" означает погрешность, имеющую место при нормальных условиях эксплуатации прибора (температура, влажность, напряжение питания и т.п.). Средства измерения могут иметь следующие классы точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0; 10 [29].

Надёжная работа технических средств, в первую очередь, средств измерений, является важнейшим условием успешного проведения инструментальных энергетического обследования. Согласно ГОСТ [30] надёжность – это комплексное свойство, которое включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность– свойство технических средств инструментального энергетического обследования сохранять работоспособное состояние в течение определённого времени или определённой наработки. Работоспособное состояние (работоспособность) – состояние технических средств, при которых значение всех параметров, характеризующих способность выполнять функции энергетического обследования, соответствуют требованиям нормативов. Наработка – продолжительность или объём работы технических средств.

Долговечность- свойство технических средств инструментального энергетического обследования сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Предельным называется состояние, при котором дальнейшее применение технических средств инструментального энергетического обследования по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Ремонтпригодность– свойство технических средств инструментального энергетического обследования, связанное с приспособленностью к предупреждению и обнаружению причин появления отказов и повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособности путём технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость– свойство объекта сохранять значение показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортировки.

7.3. Состав приборного парка энергетического обследования

Требования Государственного стандарта [31], опыт проведения энергетических обследований и рекомендации ведущих саморегулируемых организаций в сфере энергоаудита [32] позволяют определить минимальный и оптимальный составы приборного парка. Минимальный состав приборов портативной измерительной лаборатории энергоаудитора должен включать:

- ультразвуковой расходомер жидкости, позволяющий проводить измерения скорости, расхода и количества жидкости, протекающей в трубопроводе без нарушения его целостности и снятия давления;
- электрохимический газоанализатор, определяющий содержание кислорода, окиси углерода, температуру продуктов сгорания;
- электроанализатор, измеряющий и регистрирующий токи и напряжения в 3-х фазах, активную и реактивную мощности, потреблённую активную и реактивную электроэнергию;
- бесконтактный (инфракрасный) термометр;

- набор термометров с различными датчиками: воздушными, жидкостными (погружными), поверхностными (накладными, контактными и др.);
- люксметр;
- анемометр;
- гигрометр;
- накопитель данных для записи переменных сигналов.

По-нашему мнению, для расширения спектра объектов энергоаудита, например, для проведения энергетических обследований промышленных предприятий и электросетевых компаний, минимальный состав измерительной лаборатории рекомендуется расширить дополнительными приборами. В первую очередь в перечисленный выше набор следует внести следующие дополнения:

- анализатор качества электроэнергии ;
- тестер электроизоляции;
- тестер заземления;
- микроомметр для проверки контактных сопротивлений;
- ультразвуковых расходомеров должно быть не менее 2 для сведения баланса в гидравлических сетях, при этом, один расходомер должен быть оснащен высокотемпературными датчиками, работающими при температурах теплоносителя до 200°C;
- электрохимические газоанализаторы должны быть оснащены датчиками для определения концентрации окислов азота и серы в дымовых газах, а также пылемерами;
- накопитель данных должен иметь не менее двух температурных каналов для непосредственного подключения температурных датчиков, а также не менее двух токовых или потенциальных каналов для регистрации стандартных аналоговых сигналов.

Примером хорошего оснащения может служить измерительная лаборатория энергоаудита Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. Состав приборного этой лаборатории представлен в [таблице 7.1](#)

Таблица 7.1.

Наименование, марка прибора	Назначение	Краткая характеристика	Изготовитель
Расходомер ультразвуковой переносной Portaflow 300 	Измерение расхода воды в сетях отопления, холодного и горячего водоснабжения без врезки в трубопровод. Определение утечек воды и потерь тепловой энергии. Архивация измерений.	$D_y = 13 \div 5000\text{мм}$, Диапазон скоростей потока $0,2 \div 12\text{м/с}$; Измеряемая температура жидкости = $-20 \div 200^\circ\text{C}$; погрешность $\pm 3\%$.	"Micronics Ltd", Великобритания

<p>Толщиномер Sonagage II</p> 	<p>Входит в состав оборудования для определения расходов воды и тепловой энергии.</p>	<p>1 ÷ 155мм</p>	<p>"Micronics Ltd", Великобритания</p>
<p>Термометр цифровой N9008</p> 	<p>Измерение температур твердых поверхностей, газа, жидкостей, сыпучих материалов и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения -50 ÷ 600°C</p>	<p>"Comark LTD Англия</p>
<p>Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9210-М2-03/03П</p> 	<p>Измерение температур твердых поверхностей, газа, жидкостей, сыпучих материалов и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения -50 ÷ 600°C</p>	<p>НПП "ЭЛЕМЕР", Московская обл.</p>
<p>Люксметр цифровой RS</p> 	<p>Измерение уровня освещенности производственных, бытовых помещений и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения 5 ÷ 10000лк</p>	<p>Тайвань</p>

<p>Люксметр Ю116</p>	<p>Измерение уровня освещенности производственных, бытовых помещений и т.д.</p>	<p>Диапазон измерения 5 ÷ 100000лк</p>	<p>ПО "Вибратор", г. Нея</p>
<p>Тахометр цифровой КМ6003</p> 	<p>Измерение скорости вращения</p>	<p>Частота вращения 3 ÷ 99999об/мин</p>	<p>Англия</p>
<p>Инфракрасный электронный термометр RAYST60</p> 	<p>Дистанционное измерение температур поверхностей (в недоступных для контактного измерения местах).</p>	<p>Диапазон: -32 ÷ 600°C</p>	<p>RAYTEK Германия</p>
<p>Электронный газоанализатор "Quintox" КМ 9106</p> 	<p>Контроль состава отходящих газов топливосжигающих установок. Режимная настройка котлов с целью снижения потребления топлива.</p>	<p>Измеряет концентрацию O2, CO, CO2, SO2, NO, NO2, H2S; Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь; Измеряет давление.</p>	<p>"Kane International" Англия</p>
<p>Газоанализатор ДАГ-16</p> 	<p>Контроль состава отходящих газов топливосжигающих установок. Режимная настройка котлов с целью снижения потребления топлива.</p>	<p>Измеряет концентрацию O2, CO, CO2, SO2, NO, NO2, H2S; Рассчитывает коэффициенты избытка воздуха и потерь; Измеряет давление.</p>	<p>СП "ДИТАНГАЗ", Нижний Новгород</p>

<p>Термоанемометр цифровой переносной KM4007</p> 	<p>Измерение скоростей воздуха и температуры вентиляционных и др. системах.</p>	<p>Скорость потока $0 \div 30$ м/с; Температура $0 \div 70^{\circ}\text{C}$.</p>	<p>Comark Limited, Англия</p>
<p>Электроанализатор AR.5</p> 	<p>Анализ количества и качества электроэнергии.</p>	<p>Регистрация параметров трехфазных сетей 220/380 В, а также высоковольтных сетей</p>	<p>CIRCUTOR GRUP, Испания</p>
<p>Датчик тока CP5</p> 	<p>Дистанционное измерение полей температур поверхностей</p>	<p>Диапазон измерений $-10 \div 800^{\circ}\text{C}$ Спектральный диапазон 3-5 мкм</p>	<p>Япония</p>

Ключевые термины:

Мера - средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера.

Измерительный прибор- средство измерения, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации, т.е. сигналов функционально связанных с измеряемыми физическими величинами, в форме доступной для непосредственного восприятия человеком.

Измерительный преобразователь - средство измерения, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию человеком.

Измерительная установка- совокупность конструктивно и функционально объединённых средств измерений и вспомогательных устройств, необходимых для проведения комплексного энергетического обследования.

Информационно-измерительная система представляет собой совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединённых между собой каналами связи и обеспечивающих одновременное измерения и регистрацию значений энергетически параметров в различных точках обследуемого объекта.

Абсолютная погрешность—разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой величины.

Относительная погрешность- отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины.

Приведённая погрешность- отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению. Обычно за нормирующее значение принимается диапазон измерений прибора.

Вариация- наибольшая возможная разность между отдельными повторными показаниями прибора, соответствующими одному и тому же истинному значению измеряемой величины, при неизменных внешних условиях.

Класс точности—выраженная в процентах максимально допустимая основная приведённая погрешность средства измерения.

Краткие итоги лекции:

1. Инструментальными средствами энергетического обследования называются технические средства, используемые при энергетическом обследовании для измерения физических величин, контроля их значений, обработки и хранения измерительной информации.
2. К числу важнейших метрологических характеристик инструментальных средств энергетического обследования относятся погрешности средств измерений, вариации показаний, чувствительность и диапазон измерений.
3. Различают следующие виды контрольно-измерительных средств энергетического обследования:
 - меры,
 - измерительные приборы,
 - измерительные преобразователи,
 - измерительные установки,
 - информационно-измерительные системы.
4. Надёжная работа технических средств, в первую очередь, средств измерений, является важнейшим условием успешного проведения инструментальных энергетического обследования. Надёжность – это комплексное свойство, которое включает в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Литература

28. ГОСТ 22.261-94 (2002). Средства измерений электрических и магнитных величин., М.: Изд-во стандартов, 2002. –16 с

29. , ГОСТ 8.401-80 (2002). ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования. , М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с
30. , ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения., М.: Изд-во стандартов, 1990. – 11 с
31. , ГОСТ Р 51541-99. Энергетическая эффективность: состав показателей. Общие положения. , М.: Изд-во стандартов, 2000. – 10 с
32. , Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов». , М., 2010. -210 с