

Лекция 5. Инструментальное энергетическое обследование

Определено назначение инструментального энергетического обследования, сформулированы его цели и задачи; предложена классификация типов и видов измерений, проводимых в ходе инструментального энергетического обследования.

5.1. Цели и задачи инструментального энергетического обследования

Как отмечалось в предыдущей лекции, в абсолютном большинстве случаев этап углублённого энергетического обследования предполагает использование специальных технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита. Такое энергетическое обследование называется инструментальным. Инструментальное энергетическое обследование применяется для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности[2].

Основными целями инструментального энергетического обследования являются:

- получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение количественных показателей энергетической эффективности;
- определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Достижение вышеназванных целей предполагает решение следующих основных задач:

- кадровое обеспечение инструментального энергетического обследования;
- оснащение приборного парка инструментального энергетического обследования;
- информационное обеспечение инструментального энергетического обследования.

Одним из главных условий выполнения Федерального закона "Об энергосбережении ...", в частности, его положений о проведении инструментального энергетического обследования, является наличие квалифицированных специалистов в области производства, передачи и распределения различных видов энергии. В нашей стране специалистов-энергетиков готовят три профильных энергетических вуза (Московский, Казанский и Ивановский) и ряд многопрофильных, к числу которых относится и Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых (ВлГУ). Однако выполнение инструментального энергетического обследования источников энергии или энергетических ресурсов, тепловых, газовых, электрических или иных распределительных сетей, а также бытовых и технологических потребителей требует от выпускников энергетических специальностей вузов дополнительных знаний. Их можно получить в ходе повышения квалификации в ряде учебно-методических центрах энергоаудита, один из которых работает в Институте повышения квалификации ВлГУ.

Велика роль информационного обеспечения инструментального энергетического обследования. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) региона или крупного города - специфическая сфера. Для неё характерны многоотраслевая и территориально-распределённая структура, большая продолжительность жизненного цикла, совместное функционирование объектов различных видов деятельности, форм собственности и т.п. Осмысленная и целенаправленная политика проведения энергетического обследования на уровне региона или крупного города немыслима без исчерпывающей и актуальной

информации о состоянии ТЭК. В настоящее время основным источником сведений такого рода являются органы Федеральной службы государственной статистики. Их информации свойственны существенные недостатки: двойной учёт, противоречивость информации, неполнота охвата. Эти недостатки, на наш взгляд, целесообразно компенсировать созданием системы энергетического мониторинга. Мониторинг состояния ТЭК как системный взгляд на энергетику региона создаёт условия для комплексного планирования мероприятий по проведению энергетических обследований.

К числу важнейших задач, которые необходимо решить для достижения целей энергетического обследования, является качественное оснащение приборного парка инструментального энергетического обследования.

Минимальный состав приборов портативной измерительной лаборатории энергоаудитора должен включать [\[18\]](#):

- 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, потребленную 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 целесообразно дополнить рядом специализированных приборов. Этому будет посвящена одна из следующих лекций.

5.2. Типы и виды измерений при инструментальном энергетическом обследовании

Комплексное инструментальное обследование предполагает проведение широкого круга измерений, отличающихся по видам, методам, применяемым средствам, условиям проведения, целям проведения и ряду других параметров. В настоящее время только складывается классификация измерений инструментального энергетического обследования. Ведущую роль в этом процессе играют саморегулируемые организации (СРО) в сфере энергоаудита. В ряде таких организаций отсутствуют специалисты-метрологи. Видимо, в связи с этим возникают предложения, противоречащие сложившейся в теории измерений и закреплённой Государственным стандартом классификации измерений [\[19\]](#). Так, СРО "НП "Союз энергоаудиторов", г. Москва, в "Правилах оснащения приборного парка" [\[18\]](#) предлагает следующую классификацию по видам измерений инструментального энергетического обследования:

- **однократные измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта при работе в определенном режиме (КПД котла, режим работы насосов, вентиляторов, компрессоров и т. д.);
- **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
- **регистрация параметров** – определение зависимости какого-либо параметра от времени (снятие суточного графика нагрузки, определение температурной зависимости потребления тепла и т. д.)

Эта классификация, в общем, отражающая сущность измерений инструментального энергетического обследования, по терминологии не соответствует Государственному стандарту. В соответствии с ГОСТ[20] в зависимости от общих приёмов получения результатов измерения делятся на следующие виды: **прямые, косвенные, совокупные и совместные.**

К прямым относятся измерения, результат которых получается непосредственно из опытных данных, т.е. из показаний измерительных приборов, градуированных в установленных единицах измеряемых физических величин.

Косвенными называются измерения, при которых результат измерения находят на основании известной зависимости между измеряемой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Совокупными называются измерения, при которых результат измерения находят путём решения системы уравнений, связывающих значения измеряемой величины и величин, подвергаемых прямым измерениям.

Совместные – это измерения, в результате которых определяются количественные зависимости между физическими величинами.

Таким образом, измерение КПД той или иной энергетической установки по виду следует отнести к косвенным измерениям, а не к однократным. Термины однократные и многократные в теории измерений применяются в другом контексте. Поясним это.

К числу основополагающих в теории измерений относятся два следующих постулата измерений:

1. Существует истинное значение измеряемой величины.
2. Экспериментально истинное значение определить невозможно.

Результат измерений даёт лишь определённую, но не исчерпывающую информацию об истинном значении, например, приближённое значение. Это связано с обязательным присутствием погрешностей измерений.

Для характеристики результата измерений применяют термин "точность измерения", под которым понимают качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины [21]. Вот в зависимости от требуемой точности все указанные виды измерений можно производить либо с однократными, либо с многократными наблюдениями. В некоторых случаях при проведении инструментального энергетического обследования вполне достаточно знание приближённого значения измеряемой величины, полученного, например, по однократному наблюдению показаний

измерительного прибора. В большинстве случаев инструментальное энергетическое обследование проводится при наличии ряда мешающих факторов, например, при воздействии промышленных помех для обеспечения требуемой точности целесообразно проведение измерений с многократными наблюдениями. Результаты таких измерений позволяют определить параметры диапазона значений, т.е. доверительного интервала, в котором с той или иной доверительной вероятностью находится истинное значение измеряемой величины[22].

Для классификации измерений инструментального энергетического обследования можно взять за основу классификацию, предложенную СРО "НП "Союз энергоаудиторов", однако наряду с термином "вид" в ней нецелесообразно использовать и термин "метод", т.к. в соответствии с общепринятой терминологией под методом измерений понимается совокупность приёмов использования принципов и средств измерений[19]. В измерительной технике различают методы непосредственной оценки и методы сравнения.

На наш взгляд, для классификации измерений инструментального энергетического обследования следует использовать термин "тип" и классифицировать измерения по типам следующим образом:

- **параметрические измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме;
- **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
- **интервальные измерения** – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Перед проведением балансовых измерений необходимо иметь точную схему распределения энергоносителя, по которой должен быть составлен план проведения измерений, необходимых для сведения баланса. Для проведения балансовых измерений желательно иметь несколько измерительных приборов для одновременных измерений в различных точках. Рекомендуется использовать стационарные приборы, имеющиеся на предприятии, например, системы коммерческого и технического учета энергоресурсов. При отсутствии достаточного количества приборов обеспечивается установившийся режим работы всего оборудования, подключенного к распределительной сети, и исключается возможность изменения баланса вручную.

Для выполнения интервальных измерений необходимо использовать приборы с внутренними или внешними устройствами записи и хранения данных и возможностью передачи их на компьютер. В ряде случаев допускается применение стационарных счетчиков без записывающих устройств при условии снятия их показаний через равные промежутки времени.

Для реализации того или иного типа измерений инструментального энергетического обследования могут привлекаться различные виды и методы измерений. Например, при параметрических и балансовых измерениях в зависимости от физической природы энергетического параметра могут быть использованы как прямые, так и косвенные измерения, причём как с однократными, так и с многократными наблюдениями.

Интервальные измерения требуют дополнительного привлечения методов совместных измерений.

Ключевые термины:

Инструментальное энергетическое обследование - обследование с применением специальных технических средств для измерения физических величин или контроля параметров объектов энергоаудита.

Параметрические измерения – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме.

Балансовые измерения – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями)

Интервальные измерения – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Точность измерения - качество измерения, отражающее близость результата измерений к истинному значению измеряемой величины.

Краткие итоги лекции:

1. Основными целями инструментального энергетического обследования являются:
 - получение количественных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
 - определение количественных показателей энергетической эффективности;
 - определение количественных данных о потенциале энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
2. Достижение вышеперечисленных целей предполагает решение следующих основных задач:
 - кадровое обеспечение инструментального энергетического обследования;
 - оснащение приборного парка инструментального энергетического обследования;
 - информационное обеспечение инструментального энергетического обследования.
3. В соответствии с ГОСТ в зависимости от общих приёмов получения результатов измерения при энергетическом обследовании делятся на следующие виды: прямые, косвенные, совокупные и совместные.
4. Предложено при классификации измерений инструментального энергетического обследования использовать термин "тип" и классифицировать измерения по типам следующим образом:
 - **параметрические измерения** – измерения, при которых исследуется энергоэффективность отдельного объекта, характеризуемая тем или иным набором энергетических параметров при работе в определенном режиме;
 - **балансовые измерения** – измерения, которые применяются при составлении баланса распределения какого-либо энергоресурса отдельными

- потребителями, участками, подразделениями или предприятиями (организациями);
- **интервальные измерения** – измерения, служащие для определения зависимости значений какого-либо энергетического параметра от времени в течение определённого временного интервала (например, определение суточного графика электрической нагрузки).

Литература

18. Устав, Положения и Стандарты СРО НП «Союз энергоаудиторов», М., 2010. -210 с
19. ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. , М.: Изд-во стандартов, 2000. – 11 с
20. ГОСТ 16263-70 (2002). ГСИ. Метрология. Термины и определения. , М.: Изд-во стандартов, 2002. – 10 с
21. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения., М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с
22. ГОСТ 11.004-73 (2002). Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения., М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.