



Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

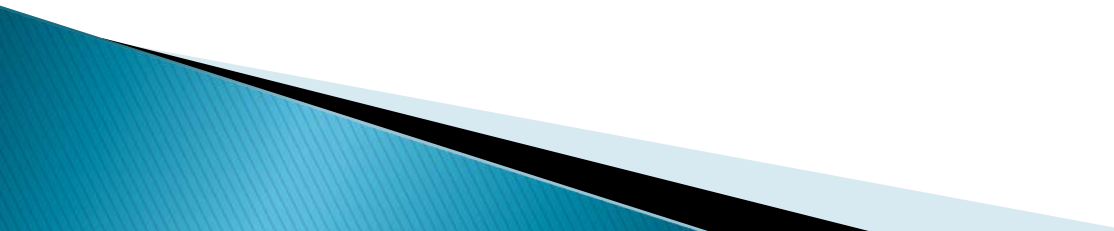
Методики инструментального контроля технического состояния внутридомовых электрических сетей и энергетического оборудования. Инструменты и техника измерений. Признаки дефектов и повреждений

Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*

Система электроснабжения

Анализ качества электроэнергии

Инструментальное обследование проводится с целью:

- ▶ Определения фактического суточного графика нагрузки здания;
 - ▶ Измерения фактических значений активной, реактивной мощности и коэффициента мощности;
 - ▶ Определения степени неравномерности распределения нагрузок по фазам;
 - ▶ Оценки качества потребляемой электрической энергии.
- 

Система электроснабжения

Анализ качества электроэнергии

Качество электрической энергии — это степень соответствия ее параметров их установленным значениям.

Потребители работают эффективно лишь при определенном качестве электроэнергии, которое оценивается показателями качества

Контроль качества электроэнергии выполняют в местах присоединения потребителей к электрическим сетям общего назначения.

Система электроснабжения

Анализ качества электроэнергии

Контроль показателей качества электроэнергии необходим для проверки соответствия их нормированным значениям, для выявления причин отклонения показателей, для разработки мероприятий по нормализации параметров, для оценки правильности проектных решений и т. п.

Используются следующие виды контроля:

- ▶ непрерывный, осуществляемый на шинах 6... 10 кВ центров питания (ТЭЦ, ГПП, ГРП) с помощью показывающих и регистрирующих приборов;
- ▶ систематический, проводимый в заранее установленные моменты времени или в периоды максимальных и минимальных нагрузок с целью измерения статистических характеристик отклонения (обычно с применением САКИ);
- ▶ эпизодический контроль, производимый по мере необходимости, как правило, при нестабильном графике нагрузки.

Система электроснабжения

Наиболее вероятная причины отклонения показателей качества электрической энергии	
установившееся отклонение напряжения	график нагрузки потребителя
размах изменения напряжения	потребитель с резкопеременной нагрузкой
доза фликера	
коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	потребитель с нелинейной нагрузкой
коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения	
отклонение частоты	особенности работы сети, климатические условия или природные явления
длительность провала напряжения	
импульсное напряжение	
коэффициент временного перенапряжения	

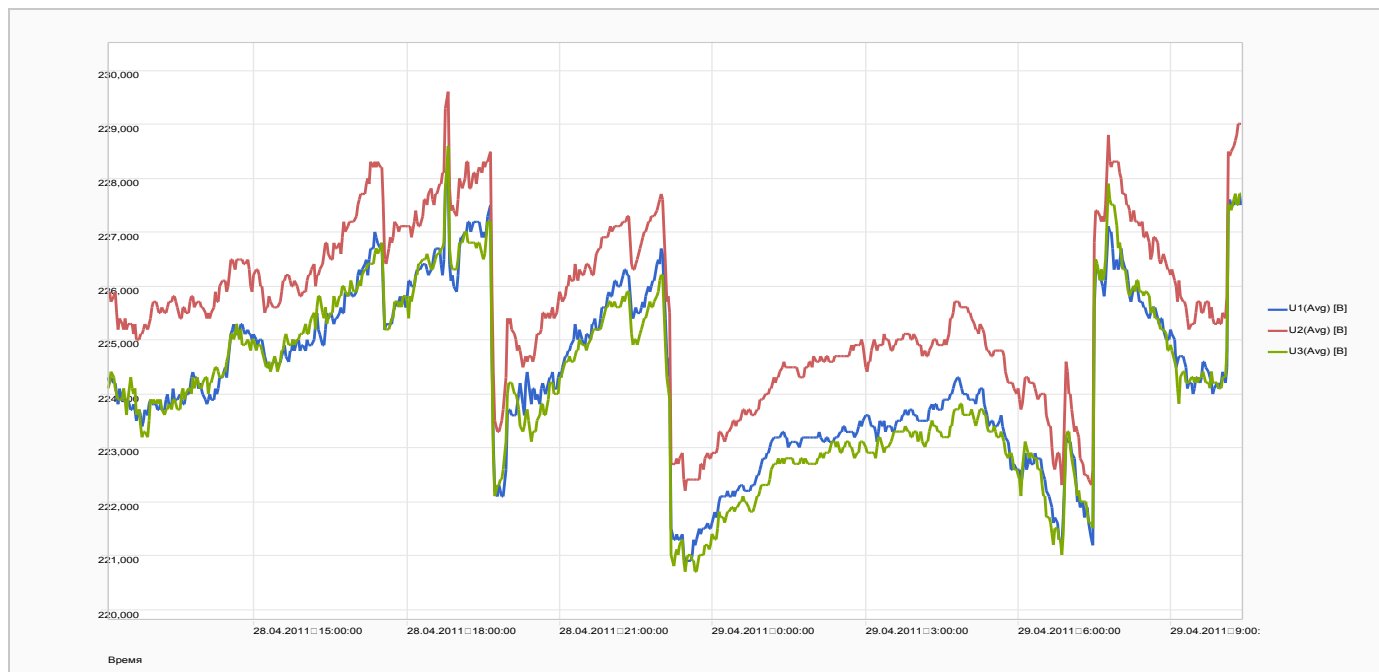
Система электроснабжения

Измеряемые параметры:

- ▶ суммарные по трем фазам значения активной и реактивной мощности;
- ▶ коэффициент мощности;
- ▶ значения фазных напряжений и токов по трем фазам;
- ▶ формы кривых токов и напряжений по трем фазам;
- ▶ коэффициенты гармонических составляющих токов и напряжений.

По разным показателям качества электрической энергии допускается устанавливать различную периодичность и длительность измерения. Длительность измерения ПКЭ должна быть не менее 1 суток.

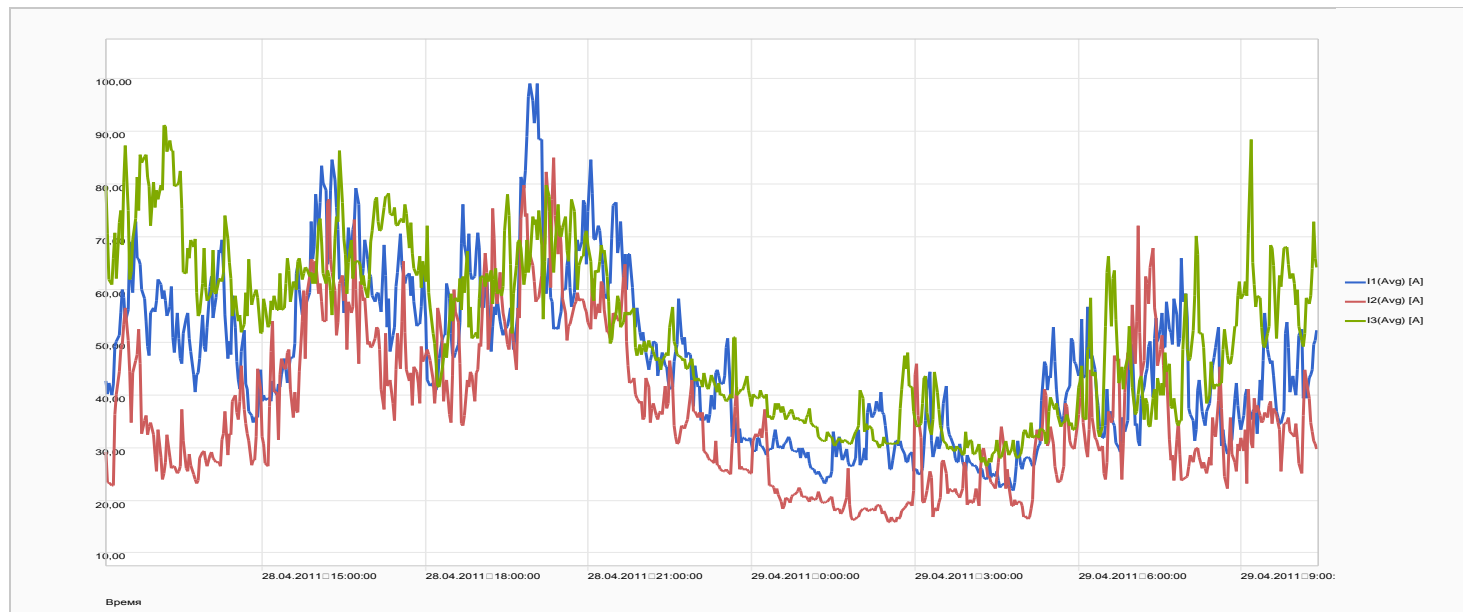
Система электроснабжения. Пример 1



Интервалы допустимых и измеренных значений.

	U1, В	U2, В	U3, В
Интервал допустимых значений	198-242	198-242	198-242
Минимальное значение измеренного напряжения	220,9	222,2	220,7
Максимальное значение измеренного напряжения	228,1	229,6	228,6
Длительность измерений 24 часа			
Значения величины напряжения не выходят из максимально допустимых пределов ($220 \pm 10\%$).			

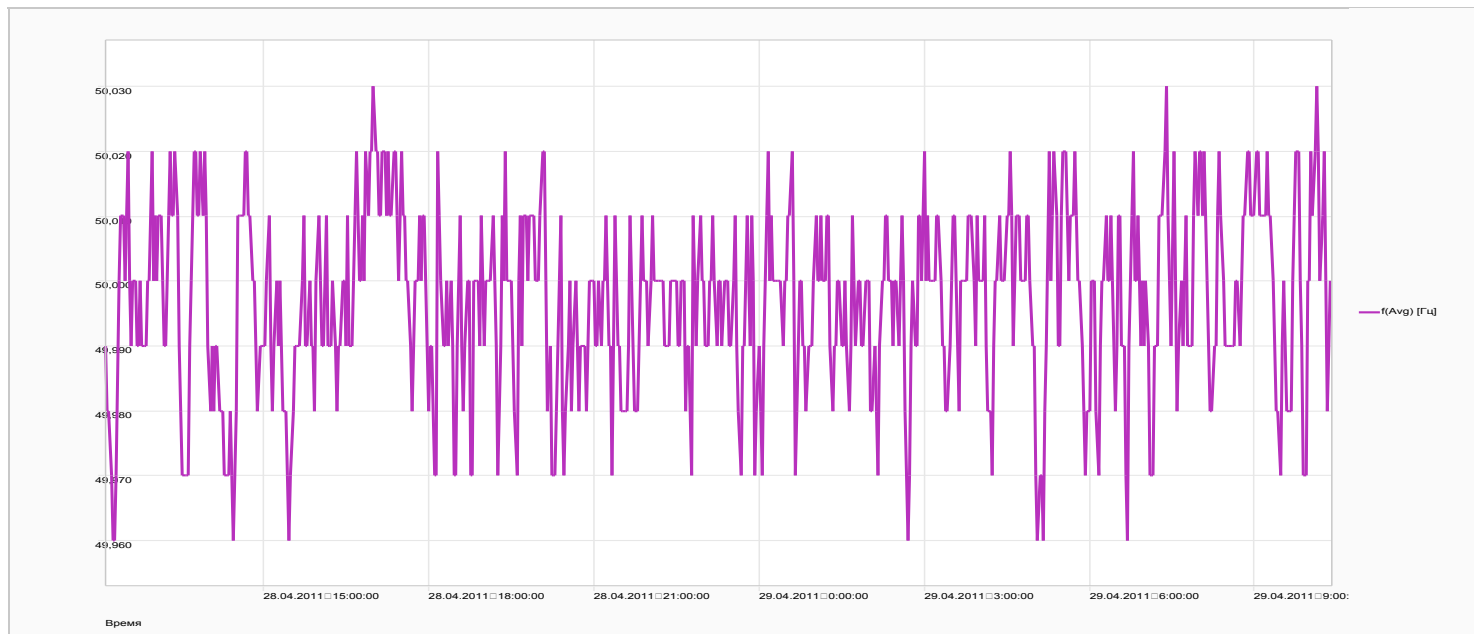
Система электроснабжения. Пример 1



Интервалы допустимых и измеренных значений.

	Максимальный ток, А
I1	99
I2	84,9
I3	91,2
имеет место перекос фаз	

Система электроснабжения. Пример 1



Действующие значения частоты

f

Интервал допустимых значений

49,6–50,4

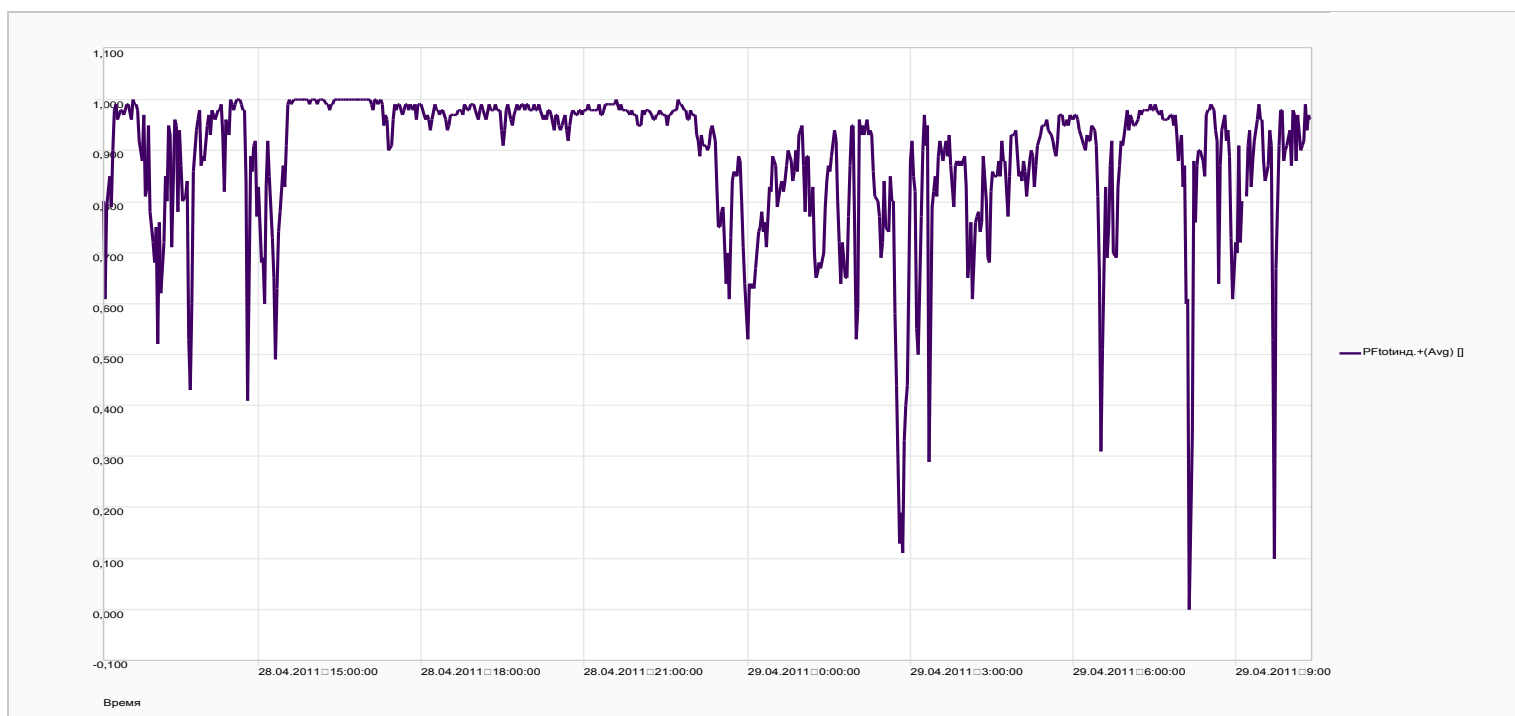
Интервал измеренных значений

49,96–50,03

Длительность измерений 24 часа

Частота находится в максимально допустимых пределах и не превышает $50 \pm 0,4$ Гц.

Система электроснабжения. Пример 1

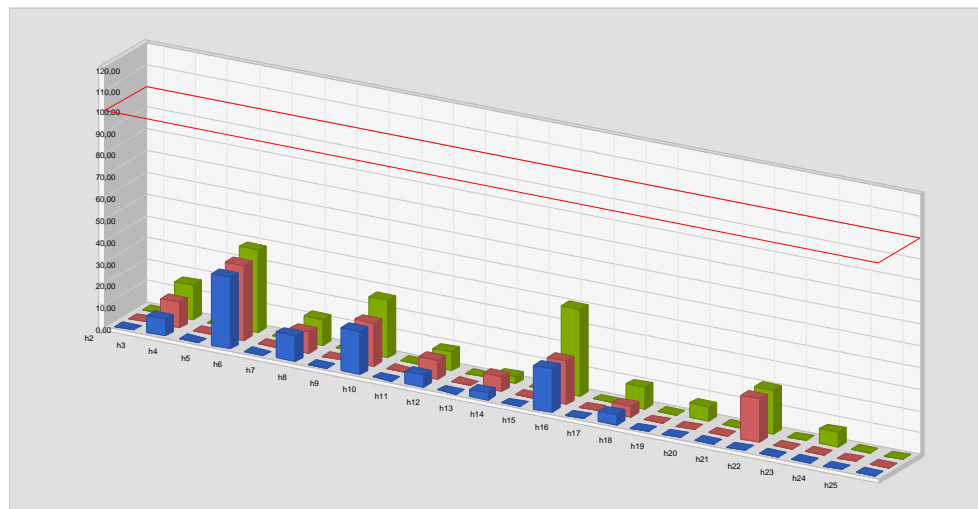


Коэффициент мощности, $\cos\phi$

Максимальное значение	1
Минимальное значение	0,11
Среднее значение	0,89

Система электроснабжения. Пример 1

№ гармонической составляющей напряжения	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Нормальное допустимое значение	Предельно допустимое значение
2	0	0	0	2,00	3,00
3	0,3284	0,4987	0,7127	2,50	3,75
4	0	0	0	1,00	1,50
5	1,6063	1,7206	1,9193	6,00	9,00
6	0	0	0	0,50	0,75
7	0,3129	0,2854	0,3172	5,00	7,50
8	0	0	0	0,50	0,75
9	0,2937	0,2931	0,3667	0,75	1,13
10	0	0	0	0,50	0,75
11	0,1305	0,1801	0,184	3,50	5,25
12	0	0	0	0,20	0,30
13	0,0798	0,1185	0,0487	3,00	4,50
14	0	0	0	0,20	0,30
15	0,0336	0,0528	0,0767	0,30	0,45
16	0	0	0	0,20	0,30
17	0,0389	0,0653	0,1149	2,00	3,00
18	0	0	0	0,20	0,30
19	0	0	0,0534	1,50	2,25
20	0	0	0	0,20	0,30
21	0,0016	0,0202	0,0257	0,20	0,30
22	0	0	0	0,20	0,30
23	0	0	0,0054	1,50	2,25
24	0	0	0	0,20	0,30
25	0	0	0	1,50	2,25



все гармонические составляющие соответствуют нормам

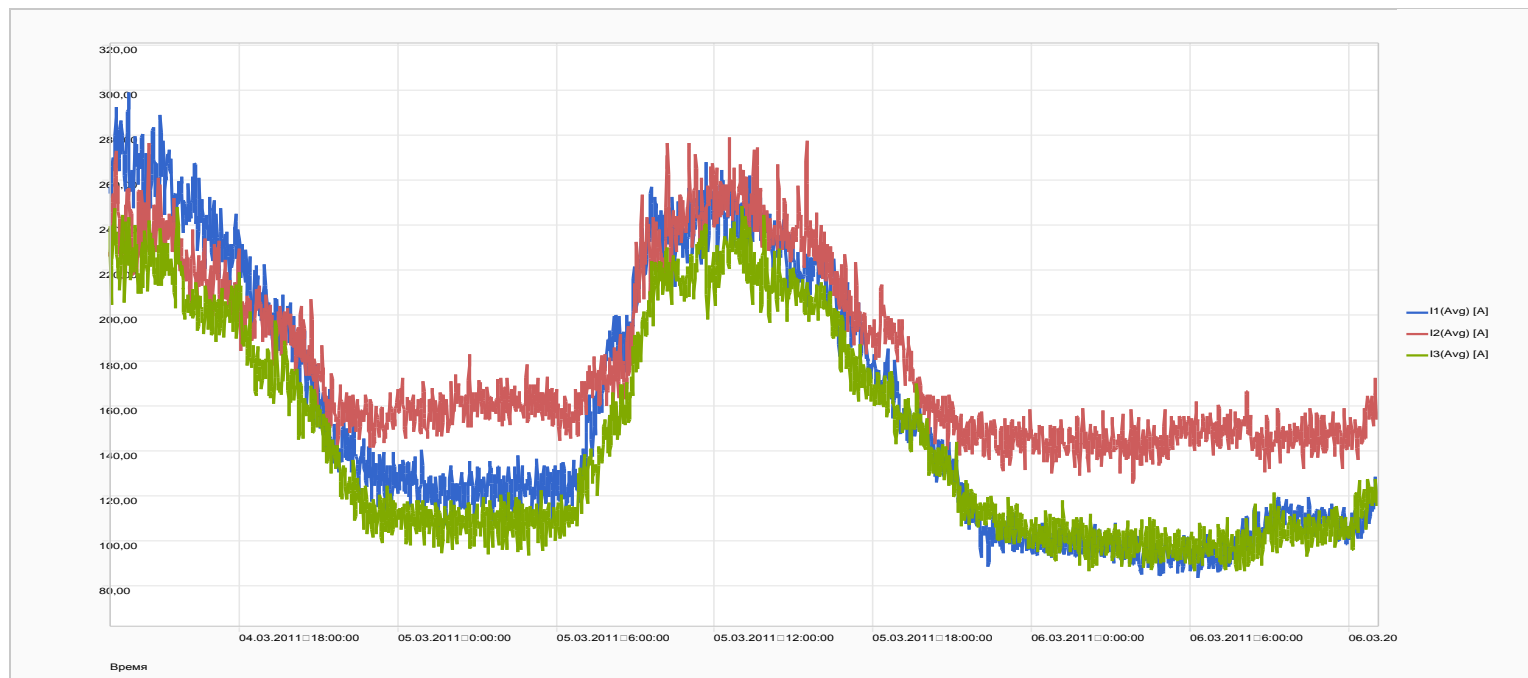
Система электроснабжения. Пример 2



Интервалы допустимых и измеренных значений.

	U1, В	U2, В	U3, В
Интервал допустимых значений	198–242	198–242	198–242
Минимальное значение измеренного напряжения	225,9	226,2	225,8
Максимальное значение измеренного напряжения	234,1	233,8	234,2
Длительность измерений 24 часа			
Значения величины напряжения не выходят из максимально допустимых пределов ($220 \pm 10\%$).			

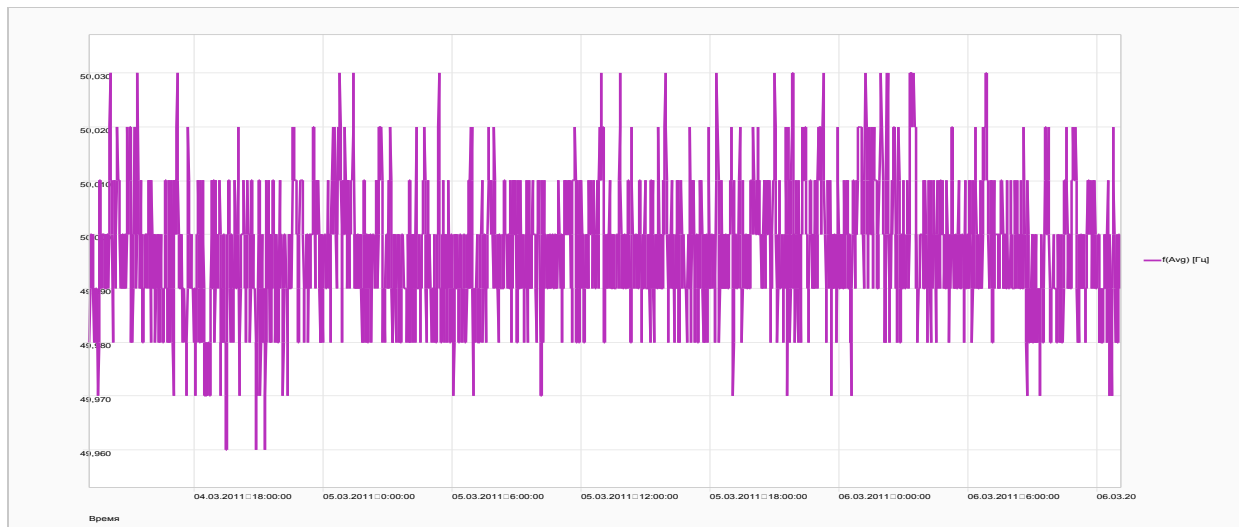
Система электроснабжения. Пример 2



Интервалы допустимых и измеренных значений.

	Максимальный ток, А
I1	299,1
I2	276,6
I3	248,4

Система электроснабжения. Пример 2



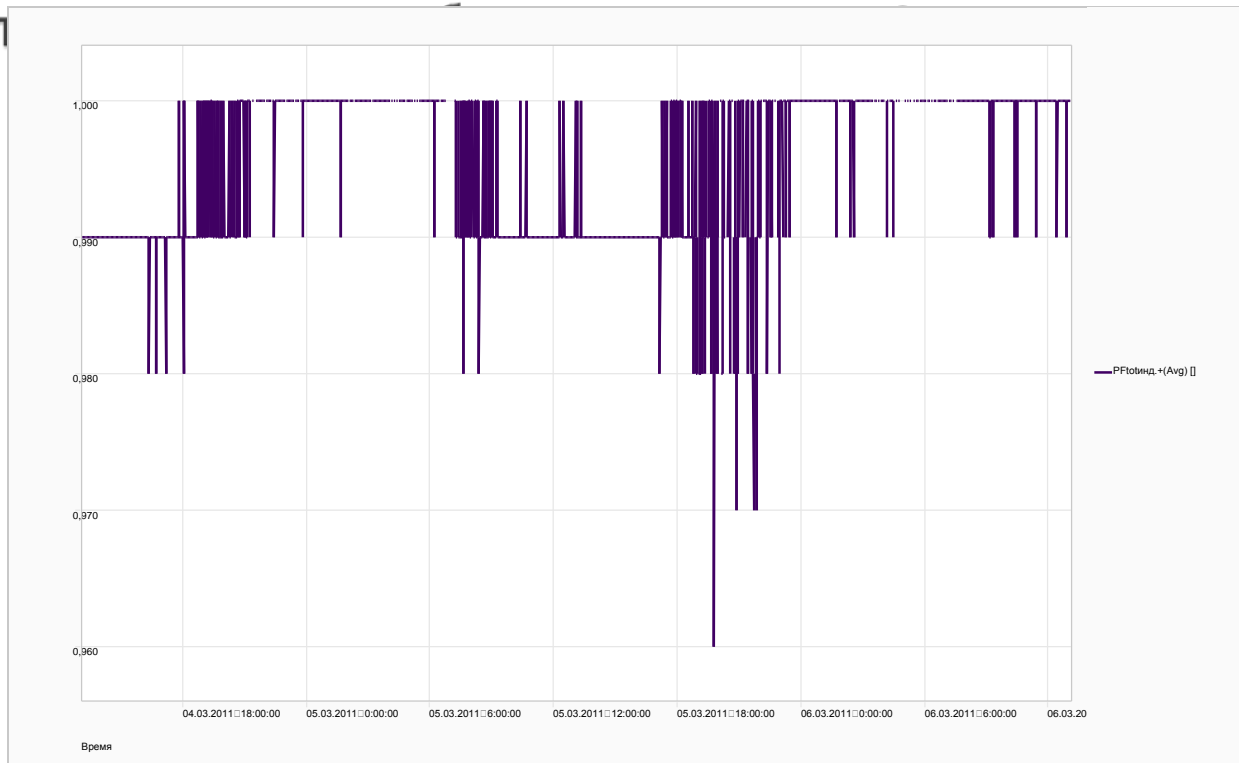
Действующие значения частоты

	f
Интервал допустимых значений	49,6–50,4
Интервал измеренных значений	49,97–50,02

Длительность измерений 24 часа

Частота находится в максимально допустимых пределах и не превышает $50 \pm 0,4$ Гц.

Сист



Коэффициент мощности, cosφ

Максимальное значение

1

Минимальное значение

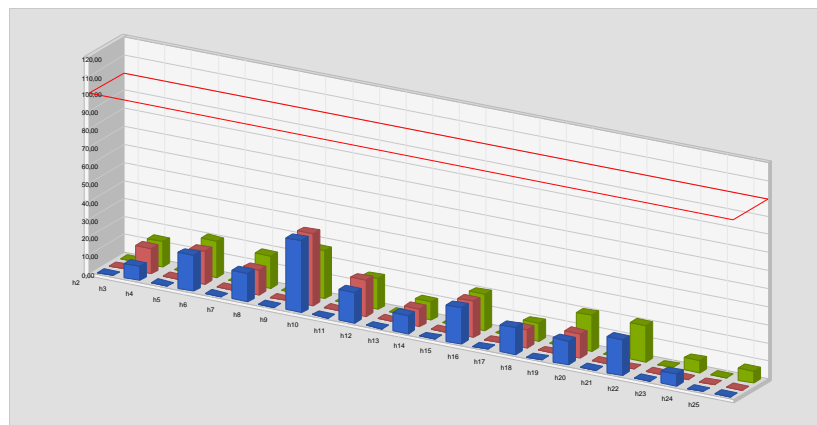
0,98

Среднее значение

0,994

Система электроснабжения. Пример 2

№ гармонической составляющей напряжения	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Нормальное допустимое значение	Предельно допустимое значение
2	0	0,001	0	2,00	3,00
3	0,2669	0,6459	0,5627	2,50	3,75
4	0	0	0	1,00	1,50
5	0,9027	0,8597	0,9387	6,00	9,00
6	0	0	0	0,50	0,75
7	0,6566	0,6085	0,7332	5,00	7,50
8	0	0	0	0,50	0,75
9	0,4553	0,4176	0,3293	0,75	1,13
10	0	0	0	0,50	0,75
11	0,4185	0,479	0,4101	3,50	5,25
12	0	0	0	0,20	0,30
13	0,1818	0,2145	0,1432	3,00	4,50
14	0	0	0	0,20	0,30
15	0,0917	0,0685	0,0196	0,30	0,45
16	0	0	0	0,20	0,30
17	0,1057	0,1139	0,0921	2,00	3,00
18	0	0	0	0,20	0,30
19	0,0525	0,1055	0,0778	1,50	2,25
20	0	0	0	0,20	0,30
21	0,0061	0,0002	0,0145	0,20	0,30
22	0	0	0	0,20	0,30
23	0,0131	0	0,0127	1,50	2,25
24	0	0	0	0,20	0,30
25	0	0	0,0057	1,50	2,25



все гармонические составляющие соответствуют нормам

Система электроснабжения

Тепловизионное обследование распределительных устройств

Под тепловизионным мониторингом электrorаспределительных устройств, подразумевается длительное наблюдение за температурными полями в электrorаспределительных щитах с целью выявления контактов и участков электрической проводки, которые имеют повышенную температуру. По степени нагрева того или иного участка можно судить об исправности электрической проводки, электрического прибора или электрического контакта, а также можно оценить необходимость проведения обязательных профилактических мероприятий.

Тепловизионное обследование систем электроснабжения это метод, имеющий низкую по сравнению с традиционными методами обследования стоимость работ, который позволяет оперативно и дистанционно, без остановки оборудования, на ранней стадии, выявлять неисправности в работе системы электроснабжения.

Система электроснабжения

Повышение температуры контактных групп может быть вызвано:

- ▶ механическим износом, истиранием, переносом металла с контакта на контакт, осыпанием и испарением материала во время дуговых процессов.
- ▶ недопустимым изменением режимов работы контактов в частности пропуском через контакты токов короткого замыкания и токов, превышающих разрешенные техническими условиями;
- ▶ невыполнением по утвержденному графику работ по осмотру, чистке и регулировке контактов, плохим или неквалифицированным выполнением этих работ или отсутствием графика профилактических работ;

Конечный потребитель электроэнергии не может прогнозировать возможные отказы в работе системы электроснабжения, как правило, они относятся к случайным явлениям, но при периодическом тепловизионном обследовании электрораспределительных устройств может быть выявлено предаварийное состояние электрических контактов. Зная о возможном дефекте, конечный потребитель может принять меры к его оперативному устранению и исключению возможной аварии.

Система электроснабжения

Условия проведения тепловизионного обследования систем электроснабжения.

Тепловизионное обследование внутренних систем электроснабжения может проводиться круглогодично, но при этом необходимо учитывать действующую на момент замеров нагрузку, а также окружающие условия, такие как температура окружающей среды, влажность и т.д. При обследовании внутренних электrorаспределительных устройств надо исключать температурное воздействие отопительных приборов, которые должны быть экранированы алюминиевой фольгой или другими теплоотражающими материалами.

Тепловизионное обследование наружных систем электроснабжения может проводиться круглогодично, но при условии отсутствия дождя, снегопада и тумана, кроме того, следует учитывать влияние скорости и направления ветра.

Обследуемые наружные поверхности не должны подвергаться длительному воздействию прямого и отраженного солнечного облучения в течение не менее 3 часов до проведения работ по тепловизионному контролю и непосредственно в процессе измерения.

Система электроснабжения

превышение температуры – разность между измеренной температурой нагрева и температурой окружающего воздуха;

избыточная температура – превышение измеренной температуры контролируемого узла над температурой аналогичных узлов других фаз, находящихся в одинаковых условиях;

коэффициент дефектности – отношение измеренного превышения температуры контактного соединения к превышению температуры, измеренному на целом участке шины (провода), отстоящем от контактного соединения на расстоянии не менее 1 м;

Система электроснабжения

Целью работ по тепловизионному обследованию системы электроснабжения и электротехнического оборудования является выявление дефектов и неисправностей по одному из следующих возможных параметров:

- ▶ по нормированным температурам нагрева;
- ▶ по превышениям температуры;
- ▶ по избыточной температуре;
- ▶ по коэффициенту дефектности;
- ▶ динамике изменения температуры во времени;
- ▶ с изменением нагрузки;
- ▶ путем сравнения измеренных значений температуры в пределах фазы;
- ▶ между фазами;
- ▶ с заведомо исправными участками.

Система электроснабжения

Измерения не следует проводить в условиях дождя, снега, скорости ветра более 4 м/с.

Измеренные значения температур или перегрева следует корректировать с учетом нагрузки, излучательной способности объекта, атмосферных условий.

Допускается не корректировать измеренные значения для оборудования, которое не должно иметь локальных нагревов, независимо от абсолютной величины нагрева (например, плавкие вставки предохранителей, опорные изоляторы, элементы емкостных делителей напряжения, а также системы обогрева выключателей).

Система электроснабжения

Для контактов и болтовых КС нормативами таблицы Б.37.1 следует пользоваться при токах нагрузки $(0,6-1,0) I_{ном}$ после соответствующего пересчета. Пересчет превышения измеренного значения температуры к нормированному осуществляется исходя из соотношения:

$$\Delta T_{ном} / \Delta T_{раб} = (I_{ном} / I_{раб})^2$$

где $\Delta T_{ном}$ – превышение температуры при $I_{ном}$; $\Delta T_{раб}$ – то же при $I_{раб}$.

Для контактов и болтовых КС при токах нагрузки $(0,3-0,6) I_{ном}$ оценка их состояния проводится по избыточной температуре. В качестве норматива используется значение температуры, пересчитанное на $0,5 I_{ном}$.

Для пересчета используется соотношение:

$$\Delta T_{0,5} / \Delta T_{раб} = (0,5 I_{ном} / I_{раб})^2$$

где $\Delta T_{0,5}$ – избыточная температура при токе нагрузки $0,5 I_{ном}$.

Система электроснабжения

Как показывает опыт, избыточная температура, при действующей нагрузке в 40–50% от максимальной, измеренная непосредственно в месте неисправности в зависимости от опасности неисправности может быть разделена на три степени:

- ▶ **избыточная температура 5–10°C.**

Обнаруженный дефект следует держать под контролем и принять меры к устранению дефекта во время проведения запланированного по графику технического обслуживания;

- ▶ **избыточная температура 10–30°C.**

Развитый дефект. Принять как можно быстрее меры к устранению выявленного дефекта с учетом условий работы установки.

- ▶ **избыточная температура > 30°C**

Аварийный дефект. Принять немедленные меры к устранению выявленного дефекта с учетом условий работы установки.

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
1. Токоведущие (за исключением контактов и контактных соединений) и нетоковедущие металлические части: неизолированные и не соприкасающиеся с изоляционными материалами	120	80
изолированные или соприкасающиеся с изоляционными материалами классов нагревостойкости по ГОСТ 8865:		
Y	90	50
A	100	60
E	120	80
B	130	90
F	155	115
H	180	140

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
2. Контакты из меди и медных сплавов:		
без покрытий, в воздухе/в изоляционном масле;	75/80	35/40
с накладными серебряными пластинами, в воздухе/ в изоляционном масле:	120/90	80/50
с покрытием серебром или никелем, в воздухе/ в изоляционном масле;	105/90	65/50
с покрытием серебром толщиной не менее 24 мкм	120	80
с покрытием оловом в воздухе/ в изоляционном масле	90/90	50/50
3. Контакты металлокерамические вольфрамо- и молибденосодержащие в изоляционном масле: на основе меди/ на основе серебра	85/90	45/50

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °C	превышение температуры, °C
4. Аппаратные выводы из меди, алюминия и их сплавов, предназначенные для соединения с внешними проводниками электрических цепей:		
без покрытия	90	50
с покрытием оловом, серебром или никелем	105	65
5. Болтовые контактные соединения из меди, алюминия и их сплавов:		
без покрытия, в воздухе/ в изоляционном масле	90/100	50/60
покрытием оловом, в воздухе/ в изоляционном масле	105/100	65/60
с покрытием серебром или никелем, в воздухе/ в изоляционном масле	115/100	75/60

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
6. Предохранители переменного тока на напряжение 3 кВ и выше:		
6.1. соединения из меди, алюминия и их сплавов в воздухе без покрытий/с покрытием оловом:		
с разъемным контактным соединением, осуществляемым пружинами	75/95	35/55
с разборным соединением (нажатие болтами или винтами), в том числе выводы предохранителя	90/105	50/65
6.2. металлические части, используемые как пружины:	75	35
из меди		
из фосфористой бронзы и аналогичных сплавов	105	65
7. Изоляционное масло в верхнем слое коммутационных аппаратов	90	50

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
8. Встроенные трансформаторы тока:		
обмотки	—	10
магнитопроводы	—	15
9. Болтовое соединение токоведущих выводов съемных вводов в масле / в воздухе		
10.Соединения устройств РПН силовых трансформаторов из меди, ее сплавов и медьсодержащих композиций без покрытия серебром при работе на воздухе / в масле:		
с нажатием болтами или другими элементами, обеспечивающими жесткость соединения	—	40/25
с нажатием пружинами и самоочищающиеся в процессе переключения	—	35/20
с нажатием пружинами и несамоочищающиеся в процессе переключения	—	20/10

Система электроснабжения

Контролируемые узлы	Наибольшее допустимое значение	
	температура нагрева, °С	превышение температуры, °С
11. Токоведущие жилы силовых кабелей в режиме длительном / аварийном при наличии изоляции:		
из поливинилхлоридного пластика и полиэтилена	70/80	–
из вулканизирующегося полиэтилена	90/130	–
из резины	65/–	–
из резины повышенной теплостойкости	90/–	–
12. Коллекторы и контактные кольца, незащищенные и защищенные при изоляции классов нагревостойкости:		
А/Е/В	–	60/70/80
F/H	–	90/100
13. Подшипники скольжения / качения	80/100	–

Система электроснабжения

При оценке теплового состояния токоведущих частей различают следующие степени неисправности, исходя из приведенных значений коэффициента дефектности:

Не более 1,2	Начальная степень неисправности, которую следует держать под контролем
1,2–1,5	Развившийся дефект. Принять меры по устранению неисправности при ближайшем выводе электрооборудования из работы
Более 1,5	Аварийный дефект. Требуется немедленного устранения

Система электроснабжения

Контроль стали статора генератора.

Снимаются термограммы до подачи напряжения в намагничивающую обмотку, затем в течение 1–2 ч через каждые 15 мин при нагревании статора и его остывании. Термограммы снимаются для зубцовой части статора и всей внутренней поверхности расточки статора при обесточенной намагничивающей обмотке.

По снятым термограммам определяются температуры перегрева, которые не должны превышать значений, указанных в таблице, выявляются локальные тепловыделения в стали статора и оценивается их допустимость.

Система электроснабжения

Тепловизионный контроль паек лобовых частей обмотки статора

Контроль производится при снятых торцевых щитах генератора в следующих случаях. При установившемся тепловом режиме снимаются термограммы паек лобовых частей по расточке статора при протекании по обмотке постоянного тока $(0,5-75) I_{ном}$.

В процессе тепловизионного контроля составляется тепловая карта с температурами на поверхности коробочек паянных контактных соединений.

В качестве репера используется поверхность изолирующей коробочки паянного контактного соединения, стержень которого имеет термопару на меди.

Система электроснабжения

Электродвигатели переменного и постоянного тока

Тепловизионный контроль теплового состояния производится у электродвигателей ответственных механизмов. При тепловизионном контроле оценивается состояние подшипников по температуре нагрева (пункт 13 таблицы), проходимость вентиляционных каналов и отсутствие витковых замыканий в обмотках – по локальным нагревам на поверхности корпуса электродвигателя.

Система электроснабжения

Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, масляные реакторы (в дальнейшем трансформаторы)

Термографическое обследование трансформаторов напряжением 110 кВ и выше проводится при решении вопроса о необходимости их капитального ремонта. Снимаются термограммы поверхностей бака трансформатора в местах расположения отводов обмоток, по высоте бака, периметру трансформатора, верхней его части, в местах болтового крепления колокола бака, системы охлаждения и их элементов и т.п. При обработке термограмм сравниваются между собой нагревы крайних фаз, нагревы однотипных трансформаторов, динамика изменения нагревов во времени и в зависимости от нагрузки, определяются локальные нагревы, места их расположения, сопоставляются места нагрева с расположением элементов магнитопровода, обмоток, а также определяется эффективность работы систем охлаждения.

Система электроснабжения

Маслонаполненные трансформаторы тока

Измеряются температуры нагрева поверхностей фарфоровых покрышек трансформаторов тока (ТТ), которые не должны иметь локальных нагревов, а значения температуры, измеренные в аналогичных зонах покрышек трех фаз, не должны отличаться между собой более чем на 0,3 °С.

Внутренние и внешние переключающие устройства. Оценка состояния контактных соединений внутреннего переключающего устройства ТТ проводится путем сравнения температур на поверхности расширителей трех фаз. Предельное превышение температуры на поверхности расширителя, характеризующее аварийное состояние контактных соединений переключающего устройства, при номинальном токе не должно превышать 60 °С.

Нагрев аппаратных выводов ТТ не должен превышать значений, приведенных в пункте 4 таблицы

Система электроснабжения

Электромагнитные трансформаторы напряжения

Измеряются температуры нагрева на поверхности фарфоровых покрышек. Значения температуры, измеренные в одинаковых зонах покрышек трех фаз, не должны отличаться между собой более чем на 1,0 °С.

Выключатели

При контроле контактов и контактных соединений измеряются температуры нагрева контактов и контактных соединений, соединений камер и модулей между собой и ошиновкой.

Работоспособность систем обогрева выключателей оценивается с учетом наличия или отсутствия двухступенчатых систем обогрева.

Система электроснабжения

Контактные соединения

Предельные значения температуры нагрева КС не должны превышать данных, приведенных в пункте 5 таблицы.

Контакты

Предельные значения температуры нагрева контактов не должны превышать данных, приведенных в пункте 2 таблицы. Рекомендуемые расстояния до объекта измерений 30 – 40 м.

Выводы разъединителей и отделителей

Предельные значения температуры нагрева выводов из меди, алюминия и их сплавов, предназначенных для соединения с внешними проводниками, не должны превышать данных, приведенных в пункте 4 таблицы

Система электроснабжения

Контакты и контактные соединения аппаратов и токоведущих частей ячеек КРУ и КРУН

Контроль осуществляется, если позволяет конструкция устройства.

Выявление короткозамкнутых контуров в экранированных токопроводах

При тепловизионном контроле обращают внимание как на возникновение локальных очагов тепловыделения, так и на температуры нагрева кожухов (экранов) и мест их подсоединения к трансформаторам, генератору и металлоконструкциям.

Предельное значение температуры нагрева металлических частей токопроводов, находящихся на высоте и доступных для прикосновения человека, не должно превышать 60 °С.

Система электроснабжения

Сборные и соединительные шины

Контактные соединения

Предельные значения температуры нагрева болтовых контактных соединений не должны превышать данных, приведенных в пункте 5 таблицы.

Оценка состояния нагрева сварных контактных соединений выполняется методом обжатия.

Изоляторы шинных мостов

Тепловизионный контроль изоляторов рекомендуется производить при повышенной влажности воздуха.

По высоте фарфора изолятора не должно быть локальных нагревов.

Система электроснабжения

Конденсаторы

Контактные соединения

Предельные значения температуры нагрева контактных соединений силовых конденсаторов, отдельно стоящих или соединенных в батарею, не должны превышать данных, приведенных в пункте 5 таблицы

Элементы батарей силовых конденсаторов

При контроле измеряется температура нагрева корпусов элементов конденсаторов. Измеренные значения температуры конденсаторов одинаковой мощности не должны отличаться между собой более чем в 1,2 раза.

Оценка состояния батарей силовых конденсаторов

Оценка технического состояния батарей производится по результатам тепловизионного контроля при решении вопроса об объеме и сроках проведения капитального ремонта.

Элементы конденсаторов связи и делительных конденсаторов

При выявлении локальных нагревов в элементах конденсаторов производится внеочередной контроль состояния их изоляции.

Система электроснабжения

Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений

Элементы разрядника

Признаки исправного состояния вентильного разрядника с шунтирующими резисторами при тепловизионном контроле:

верхние элементы в – месте расположения шунтирующих резисторов нагреты одинаково во всех фазах;

– распределение температуры по элементам фазы разрядника практически одинаково (в пределах 0,5–5 °С в зависимости от количества элементов в разряднике). А для многоэлементных разрядников может наблюдаться плавное снижение температуры нагрева шунтирующих резисторов элементов, начиная с верхнего.

Система электроснабжения

Вентильные разрядники

Признаки исправного состояния вентильного разрядника с шунтирующими резисторами при тепловизионном контроле:

верхние элементы в – месте расположения шунтирующих резисторов нагреты одинаково во всех фазах;

– распределение температуры по элементам фазы разрядника практически одинаково (в пределах 0,5–5 °С в зависимости от количества элементов в разряднике). А для многоэлементных разрядников может наблюдаться плавное снижение температуры нагрева шунтирующих резисторов элементов, начиная с верхнего.

Система электроснабжения

Ограничители перенапряжений и их элементы

При тепловизионном контроле фиксируются значения температуры по высоте и периметру крыши элемента, зоны с локальными нагревами, а также распределение температуры по элементам фазы ОПН.

Оценка состояния ОПН и элементов ОПН осуществляется путем пофазного сравнения избыточных температур одноэлементных ОПН или элементов с одинаковым номером для многоэлементных ОПН.

Допускается снижение температуры по направлению от фазового фланца к заземленному, а также снижение температуры от верхнего элемента ОПН к нижнему в пределах 5 °С.

Для одноэлементных ОПН при избыточной температуре более 10°С, а если рост температуры обнаружен сразу после включения ОПН в работу – при избыточной температуре более 5 °С следует:

- 1) провести осмотр ОПН на наличие внешних повреждений;
- 2) провести повторный тепловизионный контроль через 24 ч;
- 3) в случае, если при повторном тепловизионном контроле, проведенном через 24 ч, избыточная температура ОПН будет более 10 °С, необходимо вывести ОПН из работы и измерить ток проводимости;
- 4) если ток проводимости, измеренный после тепловизионного контроля, не превысил требования заводской инструкции, ввести в работу.

Система электроснабжения

Маслонаполненные вводы

Оценка внутреннего состояния ввода

Проверка отсутствия короткозамкнутого контура в расширителе ввода производится у маслонаполненных герметических вводов серии ГБМТ-220/2000.

Нагрев поверхности корпуса расширителя ввода не должен отличаться от такового у вводов других фаз.

Маслонаполненный ввод не должен иметь локальных нагревов в зоне расположения контактных соединений.

Проверка состояния верхней части остова производится у маслонаполненного ввода негерметичного исполнения.

Маслонаполненный ввод не должен иметь резкого изменения температуры или локальных нагревов по высоте покрышки по сравнению с вводами других фаз. Сказанное может быть следствием опасного понижения уровня масла во вводе или увлажнения (зашламления) верхней части остова.

Система электроснабжения

Предохранители

Контактные соединения

Предельные значения температуры нагрева КС предохранителей не должны превышать данных, приведенных в пункте 6 таблицы.

Определение состояния плавкой вставки

Не должно наблюдаться локальных нагревов в средней части изоляционной трубки предохранителя.

Высокочастотные заградители

При контроле контактных соединений предельные значения температуры нагрева не должны превышать данных, приведенных в пунктах 4 и 5 таблицы.

Система электроснабжения

Аппараты, вторичные цепи и электропроводка на напряжение до 1000 В

Контактные соединения

Тепловизионный контроль осуществляется в силовых цепях, шкафах и сборках 0,4 кВ с подсоединенными коммутационными аппаратами, трансформаторами тока, кабелями и т.п.

Предельные значения температуры нагрева контактов коммутационных аппаратов не должны превышать данных, указанных в пункте 2 таблицы, а контактных соединений – в пунктах 4 и 5.

Оценка теплового состояния силовых кабелей 0,4 кВ

Предельные значения температуры нагрева токоведущих жил кабелей, измеренные в местах их подсоединения к коммутационным аппаратам (при исправном состоянии последних), в зависимости от марки кабеля не должны превышать данных, приведенных в пункте 11 таблицы

Система электроснабжения

Электрооборудование систем возбуждения генераторов и синхронных компенсаторов и высоковольтных тиристорных преобразователей

Контактные соединения

Значения измеренных температур КС коммутационных аппаратов, силовых тиристоров, диодов, предохранителей и других элементов преобразователей и шкафов не должны превышать данных, приведенных в пунктах 4 и 5 таблицы.

Силовые тиристоры и диоды

Измеренные значения температур нагрева тиристоров и диодов не должны отличаться между собой более чем на 30 %.

При тепловизионном контроле обращают внимание на равномерность нагрева тиристоров и диодов параллельных ветвей.

Система электроснабжения

Воздушные линии электропередачи

Болтовые контактные соединения проводов ВЛ

Измеренные значения температур нагрева не должны превышать значений, приведенных в пункте 5 таблицы.

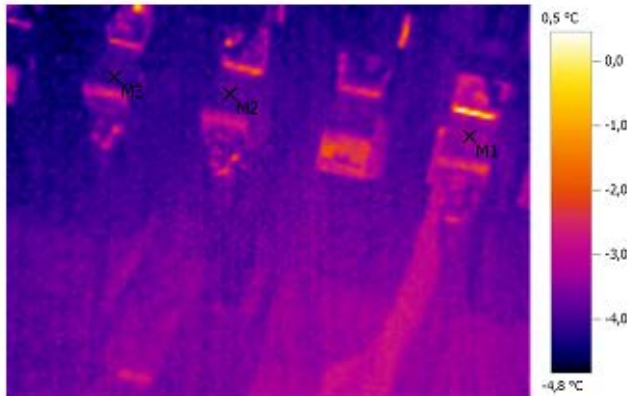
Сварные контактные соединения проводов ВЛ и контактные соединения, выполненные обжатием

Коэффициент дефектности у соединений проводов, выполненных из алюминия, не должен превышать нормативных значений.

Грозозащитные тросы

Проверяется отсутствие нагрева в местах изоляции троса от опоры (состояние изолятора и искрового промежутка).

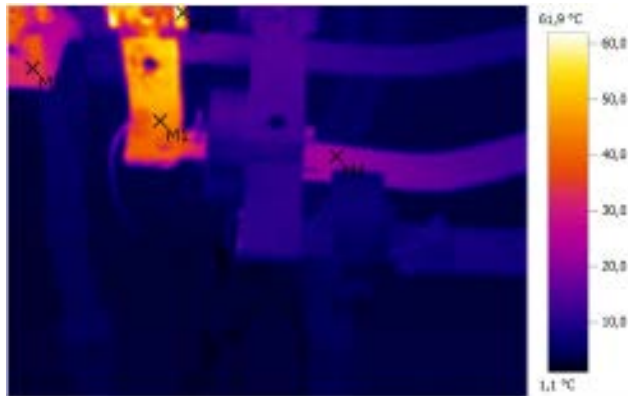
Пример. Тепловизионное обследование распределительных устройств



ΔT	$\Delta T_{\text{раб}} = T_{\text{гор.}} - T_{\text{р0}} = 0,5 - (-3,5) = 4,0$ $\Delta T_{0,5} = (0,5 \text{ Ином} / \text{IрабL2})^2 \times \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \times 250 / 157,9)^2 \times 4,0 = 2,5^{\circ}\text{C}$
Критерий оценки	Избыточная $\Delta T_{0,5}$
Критичность	-
Описание дефекта	-

Рекомендации: провести повторное тепловизионное обследование через 12 мес.

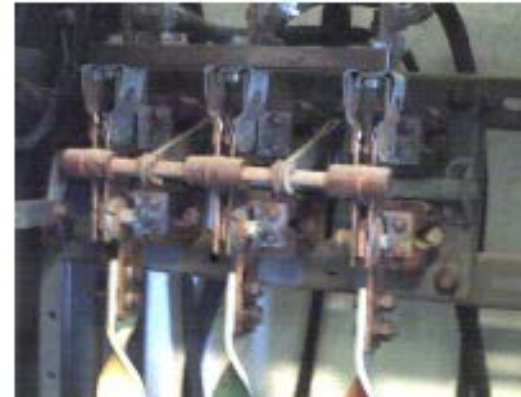
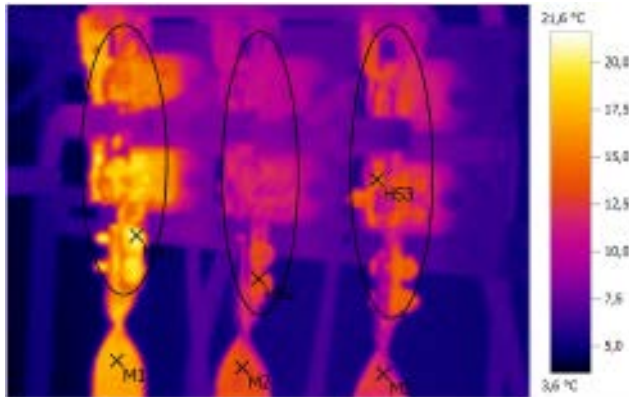
Пример. Тепловизионное обследование распределительных устройств



ΔT	$\Delta T_{\text{раб}} = T_{\text{гор.}} - T_{\text{р0}} = 55,8 - 27,6 = 28,2$ $\Delta T_{0,5} = (0,5 \text{ Инном/ИрабL2}) 2 \times \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \times 250/176)^2 \times 28,2 = 14,2^{\circ}\text{C}$
Критерий оценки	Избыточная $\Delta T_{0,5}$
Критичность	2
Описание дефекта	Нагрев болтового контактного соединения автоматического выключателя.

Рекомендации: Произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения. принять меры по устранению дефекта во время проведения ремонта, запланированного по графику

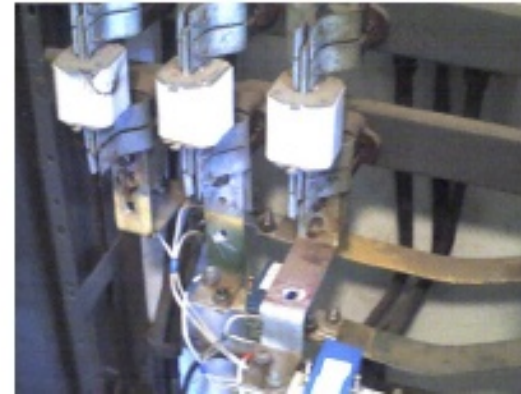
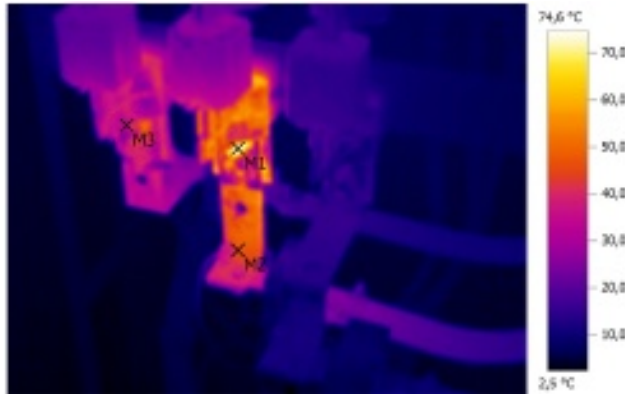
Пример. Тепловизионное обследование распределительных устройств



ΔT	$\Delta T_{\text{раб}} = T_{\text{гор.}} - T_{\text{p0}} = 21,6 - 12,5 = 9,1$ $\Delta T_{0,5} = (0,5 \text{ Инom/ИрабL2})^2 \times \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \times 50/18)^2 \times 9,1 = 17,6^\circ\text{C}$
Критерий оценки	Избыточная $\Delta T_{0,5}$
Критичность	2
Описание дефекта	Нагрев болтового контактного соединения.

Рекомендации: Произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения.

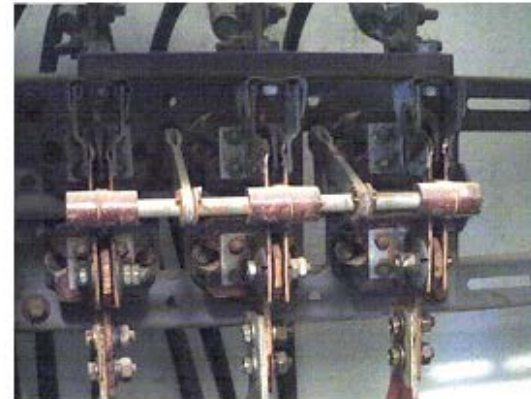
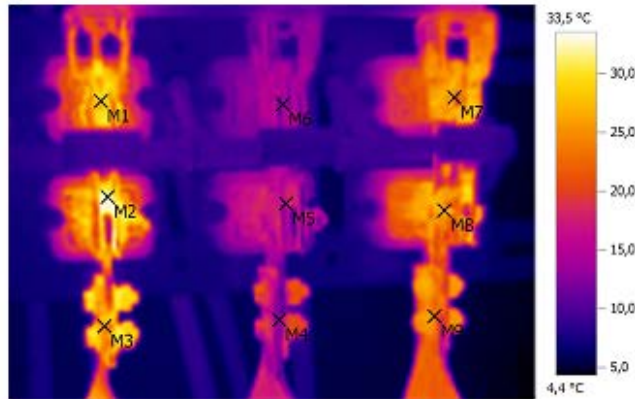
Пример. Тепловизионное обследование распределительных устройств



ΔT	$\Delta T_{\text{раб}} = T_{\text{гор.}} - T_{\text{p0}} = 73,8 - 27,9 = 45,9$ $\Delta T_{0,5} = (0,5 \text{ Инном/ИрабL2}) 2 \times \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \times 250/196) 2 \times 45,9 = 58,5^{\circ}\text{C}$
Критерий оценки	Избыточная $\Delta T_{0,5}$
Критичность	3
Описание дефекта	Нагрев болтового контактного соединения.

Рекомендации: Произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения. Немедленно произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения, после устранения произвести термографическую съемку

Пример. Тепловизионное обследование распределительных устройств



ΔT	$\Delta T_{\text{раб}} = T_{\text{гор.}} - T_{\text{p0}} = 33,5 - 15 = 18,5$ $\Delta T_{0,5} = (0,5 \text{ Инум/Граб} L^2) 2 \times \Delta T_{\text{раб}} = (0,5 \times 250 / 87,2)^2 \times 7,9 = 38^\circ\text{C}$
Критерий оценки	Избыточная $\Delta T_{0,5}$
Критичность	3
Описание дефекта	Нагрев контактного соединения.

Рекомендации: Произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения. Немедленно произвести зачистку и протяжку болтового контактного соединения, после устранения произвести термографическую съемку.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования произведен выборочно в соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 (96) «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Целью проведения мониторинга температурно-влажностных режимов мест общего является установление соответствия фактических показателей температурно-влажностных режимов установленным нормативным требованиям и определение рекомендуемых мероприятий по устранению выявленных несоответствий.

К местам общего пользования относятся к помещениям б категории – помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

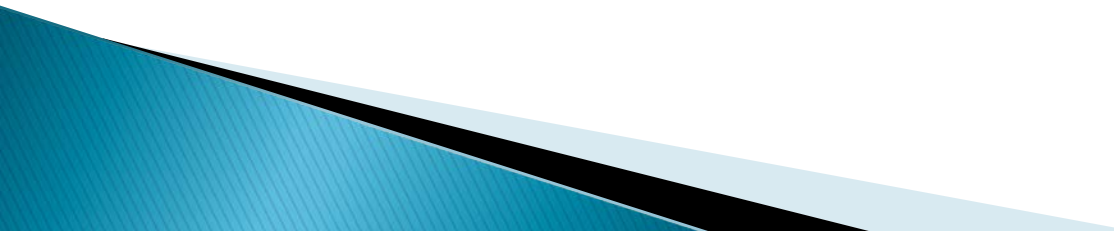
Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

Состав контролируемых параметров микроклимата мест общего пользования выбран в соответствии с нормируемыми параметрами и включает:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

При проведении измерений температуры внутри помещений, особое внимание необходимо обращать на такие факторы как:

- 1) открытые форточки, окна
 - 2) включенные электрические обогреватели
 - 3) открытые двери в смежные помещения (особенно с различными температурами)
 - 4) количество людей и оборудования в помещении
 - 5) состояние радиаторов системы центрального отопления (включены/отключены, имеются ли декоративные экраны, теплоотражающие экраны)
 - 6) назначение помещения
 - 7) ориентация здания (солнце, ветер)
- 

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

В актах инструментальных измерений отражаются все факторы влияющие на температурно-влажностный режим обследуемого помещения.

При отклонении измеряемых параметров от нормируемых даются рекомендации по устранению факторов влияющих на температуру и влажность.

При высоких температурах внутри помещений во время отопительного периода, можно говорить о **перетоке**. Переток приводит к перерасходу тепла на отопление зданий, при перетоке как правило осуществляется «форточное регулирование».

Обратить внимание на работу системы отопления, соблюдение температурного графика.

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустима я, не более	фактическ ая	допустима я	фактическ ая	
1	Лестничная клетка	14	20,2	14	20,2	не нормируется	53	0,2	0,05	Соответствует
2	Лестничная клетка	14	20,2	14	20,2	не нормируется	47	0,2	0,05	Соответствует
3	Лестничная клетка	14	19	14	19	не нормируется	55	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	22	16	22	60	55	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	20,8	16	20,8	60	55	0,15	0,05	Соответствует

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Лестничная клетка	14	17,675	14	17,675	не нормируется	53	0,2	0,05	Соответствует
2	Лестничная клетка	14	15,75	14	15,75	не нормируется	47	0,2	0,05	Соответствует
3	Лестничная клетка	14	17,85	14	17,85	не нормируется	55	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	16,1	16	16,1	60	55	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,375	16	18,375	60	55	0,15	0,05	Соответствует

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Лестничная площадка	ЛЛ	2	222	222	Пол	0	15,9	15,9	10	Соответствует
2	Лестничная площадка	ЛЛ	2	219	219	Пол	0	16,5	16,5	10	Соответствует
3	Коридор	ЛЛ	4	222	222	Пол	0	24	24	20	Соответствует

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Вестибюль	14	18,4	14	16,8	не нормируется	59	0,2	0,06	Соответствует
2	Межквартирный коридор	16	20,7	16	19,5	60	55	0,2	0,05	Соответствует
3	Межквартирный коридор	16	18,8	16	17,0	60	52	0,2	0,05	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	17,9	16	18,5	60	49	0,15	0,05	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,1	16	18,1	60	50	0,15	0,05	Соответствует

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Вестибюль	14	16,8	14	16,8	не нормируется	54,5	0,2	0,06	Соответствует
2	Межквартирный коридор	16	19,5	16	19,5	60	55	0,2	0,01	Соответствует
3	Межквартирный коридор	16	17,0	16	17,0	60	55	0,2	0,01	Соответствует
4	Межквартирный коридор	16	18,5	16	18,5	60	48	0,15	0,01	Соответствует
5	Межквартирный коридор	16	18,1	16	18,1	60	50	0,15	0,01	Соответствует

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	Офис	18	23,87	18	23,87	60	29,16	0,2	0,06	Соответствует
2	Вестибюль, лестничная клетка	14	20,47	14	20,47	не нормируется	27,08	0,2	0,1	Соответствует

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о завышенных температурах воздуха в помещении, что может быть связано с несоответствием температуры теплоносителя на отопление договорному температурному графику. Таким образом, необходимо пересмотреть существующий договор с теплоснабжающей организацией.

Влажность внутреннего воздуха в помещении также не соответствует норме, что говорит о неудовлетворительной работе системы вентиляции здания, следовательно, необходимо проверить систему естественной вентиляции и произвести мероприятия для повышения качества воздуха внутри здания.

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	1 эт МОП	14	19,1	14	19,1	не нормируется	20,9	0,2	0,1	Соответствует
2	4 эт МОП	14	20,1	14	20,1	не нормируется	16,7	0,2	0,1	Соответствует
3	7 эт МОП	14	19,4	14	19,4	не нормируется	18,4	0,2	0,1	Соответствует
4	10 эт МОП	14	19	14	19	не нормируется	16,5	0,2	0,1	Соответствует
5	14 эт МОП	14	18,7	14	18,7	не нормируется	14,5	0,2	0,1	Соответствует

состояние системы отопления здания соответствует норме, однако для приведения системы к оптимальным значения необходимо снизить температуру внутреннего воздуха. Завышение значений может быть связано с перетопами в системе отопления или завышенными тепловыми нагрузками, выделяемыми на жилой дом.

Пример. Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования.

Инструментальный мониторинг температурно-влажностных режимов мест общего пользования

№ п/п	Помещение	Температура воздуха, °С		Результирующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		Заключение о соответствии
		допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	Допустимая, не более	фактическая	допустимая	фактическая	
1	1 эт МОП	14	19,3	14	19,3	не нормируется	25,6	0,2	0,17	Соответствует
2	4 эт МОП	14	21,1	14	21,1	не нормируется	28,4	0,2	0,17	Соответствует
3	5 эт МОП	14	21,3	14	210,3	не нормируется	23,1	0,2	0,17	Соответствует
4	7 эт МОП	14	21,6	14	21,6	не нормируется	24,5	0,2	0,17	Соответствует
5	9 эт МОП	14	20,1	14	20,1	не нормируется	25,6	0,2	0,17	Соответствует

состояние системы отопления здания соответствует норме, однако для приведения системы к оптимальным значения необходимо снизить температуру внутреннего воздуха. Завышение значений может быть связано с перетопами в системе отопления или завышенными тепловыми нагрузками, выделяемыми на жилой дом.

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Проводится инструментальный контроль уровня освещенности при естественном и искусственном освещении;

Замеры освещенности мест общего пользования проводятся с целью установления соответствия уровней фактической освещенности нормированным значениям ТКП 45–2.04–153–2009 Естественное и искусственное освещение.

Результаты измерений оценивают:

- ▶ соответствие уровня освещенности нормированным значениям, для создания комфортных условий
- ▶ определение завышенных, по отношению к нормативным, фактических уровней освещенности, т.е. выявление нерациональных расходов электрической энергии.

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Допускается производить измерения искусственной освещенности только, если естественный фон освещенности в обследуемой точке не превышает 10% от измеряемой искусственной освещенности.

Наличие в обследуемых помещениях окон даже относительно небольших размеров приводит к существенному искажению результатов измерений искусственной освещенности, особенно в солнечные дни.

Решением проблемы наличия естественного фона при проведении измерений искусственной освещенности могут служить измерения при закрытых светонепроницаемыми материалами окнах (шторы, жалюзи, ставни и т.п.).

При отсутствии такой возможности провести измерения искусственной освещенности можно методом вычитания естественного фона из значения общей (суммарной) освещенности. Таким образом, если при выключенном искусственном освещении в обследуемой точке измерить освещенность, обусловленную наличием естественного освещения, и вычесть её из значения суммарной освещенности в этой же точке, то мы получим значение искусственной освещенности:

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Позэтажный коридор	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	58,3	58,3	20	Не соответствует - превышение
2	Лифтовой холл	ЛЛ	2	221	221	Пол	0	69,3	69,3	20	Не соответствует - превышение
3	Лифтовой холл	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	71,4	71,4	20	Не соответствует - превышение

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования



Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол- во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Лестничная площадка	ЛЛ	2	219	219	Пол	0	37,45	37,45	10	Соответствует
2	Лестничная площадка	ЛЛ	2	218	218	Пол	0	35,7	35,7	10	Соответствует
3	Коридор	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	25	25	20	Соответствует

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Позэтажный коридор	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	46	46	20	Не соответствует - превышение
2	Лифтовой холл	ЛЛ	4	221	221	Пол	0	88	88	20	Не соответствует - превышение
3	Лифтовой холл	ЛЛ	4	218	218	Пол	0	81,6	81,6	20	Не соответствует - превышение

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол- во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Лифтовой холл 1 этаж	ЭС	6	12	212	Пол	0	48	48	20	Не соответствует - превышение
2	Лифтовой холл - 2 этаж	ЭС	2	221	221	Пол	0	24	24	20	Не соответствует - превышение
3	квартирный холл	ЭС	4	218	218	Пол	0	27	27	20	Не соответствует - превышение

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол-во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Холл А	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	58,3	58,3	20	Не соответствует - превышение
2	Холл В	ЛЛ	2	212	212	Пол	0	17	17	20	Не соответствует – ниже нормы
3	Холл С	ЛЛ	4	212	212	Пол	0	49	49	20	Не соответствует - превышение

Пример. Контроль уровня освещенности мест общего пользования

Контроль уровня освещенности мест общего пользования

№ п / п	Наименование помещения	Тип	Кол- во	Напряжение в сети при измерении, В		Плоскость измерения	Высота измерения от пола, м	Освещённость, Лк			Значение соответствия
		ламп		В начале	В конце			Измеренная	Фактическая	Нормируемая	
1	Эвакуационная лестница со 2- го этажа	ЛЛ	6	221	221	Пол	0	121	121	20	Не соответствует - превышение
2	Эвакуационная лестница с 1-го этажа	ЛЛ	2	212	212	Пол	0	37	37	20	Не соответствует - превышение

Обследование системы теплоснабжения здания

При эксплуатации систем водяного отопления необходимо обеспечивать:

- полное заполнение системы отопления водой;
- герметичность системы, не допуская утечки и непроизводительных расходов теплоносителя из системы отопления при ее эксплуатации и ремонте;
- равномерный прогрев всех отопительных приборов, не допуская повышения температуры на поверхности отопительных приборов выше санитарных норм;
- поддержание требуемого давления (не выше допустимого для отопительных приборов) в подающем и обратном трубопроводах системы.

Обследование системы теплоснабжения здания

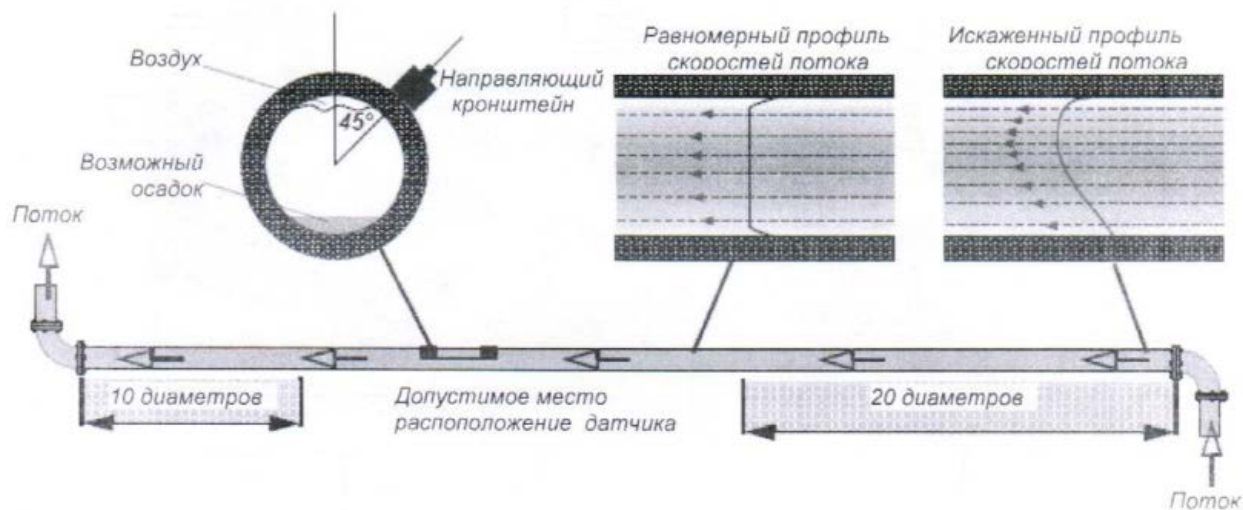
При обследовании тепловых пунктов необходимо провести:

- ✓ оценку работоспособности основного оборудования теплового пункта,
- ✓ выполнить диагностику участков трубопроводов и оценить состояние тепловой изоляции.
- ✓ анализ установленные и присоединенные тепловые нагрузки,
- ✓ сравнение фактического потребления тепловой энергии с расчетными значениями.
- ✓ анализ соответствия температур теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах согласно температурному графику.
- ✓ определить потери тепловой энергии и утечки сетевой воды.
- ✓ Проверку соответствия насосного оборудования расчетным расходно-напорным характеристикам.

Обследование системы теплоснабжения здания

Для получения наиболее точных результатов при измерении расходов необходимо соблюдение таких условий по характеристикам жидкости и стенки трубы, которые бы обеспечили передачу ультразвука по predeterminedенному пути распространения. В пределах контролируемого участка трубы жидкость должна течь равномерно и чтобы профиль скоростей потока не искажался никакими препятствиями выше или ниже по потоку.

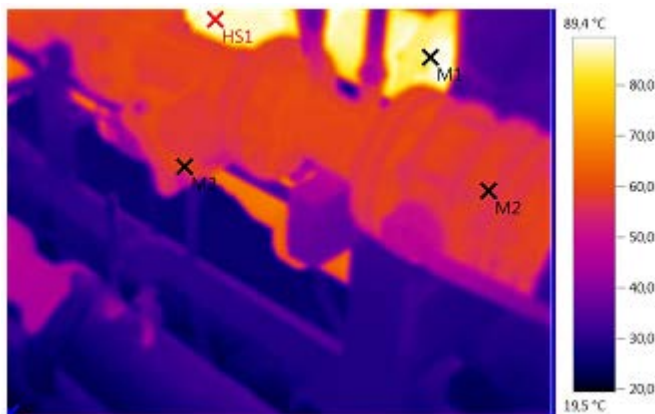
Выше описанных условий добиваются при установке датчиков на прямолинейный участок горизонтально расположенной трубы длиной не меньше 20 диаметров, при этом ниже по потоку – прямолинейный участок должен составлять не меньше 10 диаметров



Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания

№ п/п	Наименование параметра	Размерность	Значение
Прямая сетевая вода:			
1	Расход	м ³ /ч	48,16
2	Температура	°С	89,3
3	Давление	кГс/см ²	9
Обратная сетевая вода:			
4	Расход	м ³ /ч	48,04
5	Температура	°С	57,5
6	Давление	кГс/см ²	6
Воздух:			
7	Температура в помещении	°С	22
8	Температура наружного воздуха	°С	-5

Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания



Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания
Точка измерения 1	87,4	0,96	-1,0	-
Точка измерения 2	57,6	0,96	-1,0	-
Точка измерения 3	58,7	0,96	-1,0	-
Самая холодная точка 1	19,8	0,96	-1,0	-
Самая теплая точка 1	89,4	0,96	-1,0	-

Вид дефекта

Температурные аномалии на соединительных фланцах и трубах.

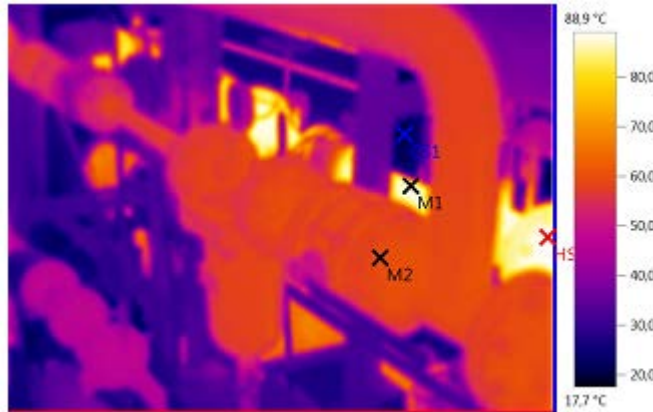
Причина дефекта

Недостаточная термоизоляция соединительных фланцев и труб.

Рекомендации

Улучшение термоизоляции соединительных фланцев и труб.

Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания



Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания
Точка измерения 1	86,1	0,96	-1,0	-
Точка измерения 2	59,5	0,96	-1,0	-
Самая холодная точка 1	17,7	0,96	-1,0	-
Самая теплая точка 1	88,9	0,96	-1,0	-

Вид дефекта

Температурные аномалии на соединительных фланцах и трубах.

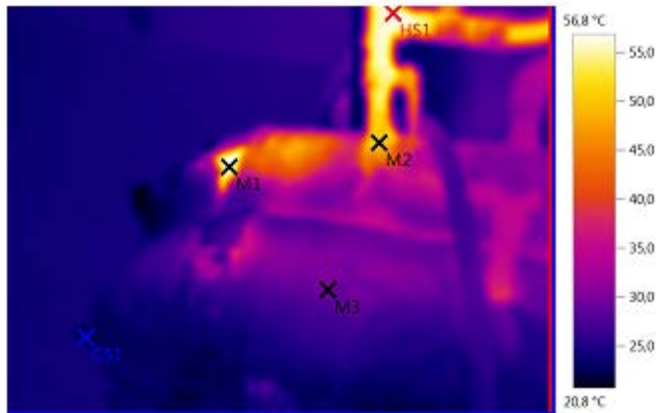
Причина дефекта

Недостаточная термоизоляция соединительных фланцев и труб.

Рекомендации

Улучшение термоизоляции соединительных фланцев и труб.

Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания



Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания
Точка измерения 1	86,1	0,96	-1,0	-
Точка измерения 2	59,5	0,96	-1,0	-
Самая холодная точка 1	17,7	0,96	-1,0	-
Самая теплая точка 1	88,9	0,96	-1,0	-

Вид дефекта

Температурные аномалии на соединительных фланцах и трубах.

Причина дефекта

Разрушение тепловой изоляции на участке трубопровода. Недостаточная термоизоляция соединительных фланцев и труб.

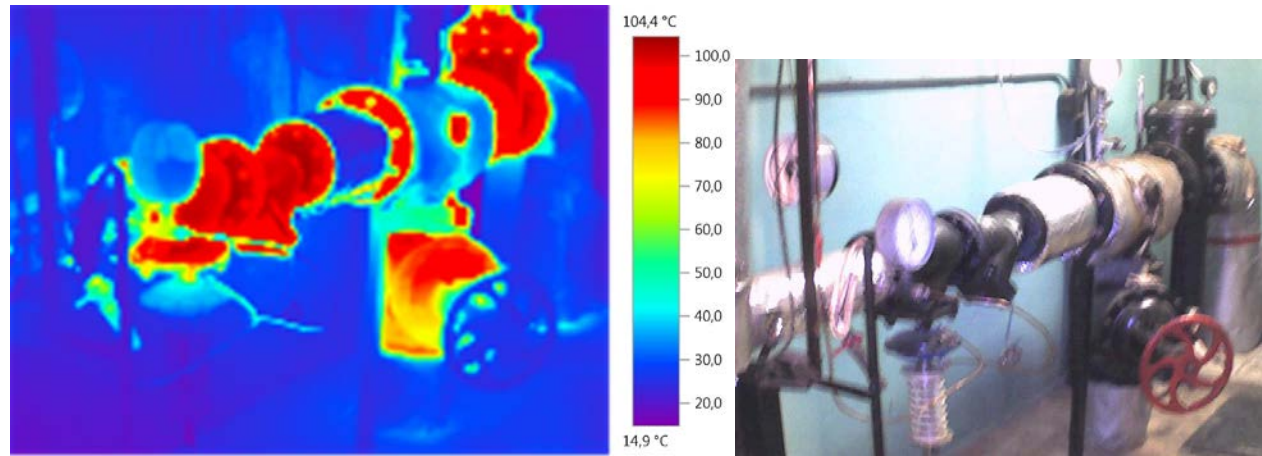
Рекомендации

Улучшение термоизоляции соединительных фланцев и труб.

Пример 2. Обследование системы теплоснабжения здания

№ п/п	Наименование параметра	Размерность	Значение
Прямая сетевая вода:			
1	Расход	м ³ /ч	44,8
2	Температура	°С	104,8
3	Давление	кГс/см ²	7,2
Обратная сетевая вода:			
4	Расход	м ³ /ч	43,25
5	Температура	°С	54,7
6	Давление	кГс/см ²	3,4
Воздух:			
7	Температура в помещении	°С	22
8	Температура наружного воздуха	°С	-11

Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания



Вид дефекта

Температурные аномалии на соединительных фланцах и трубах.

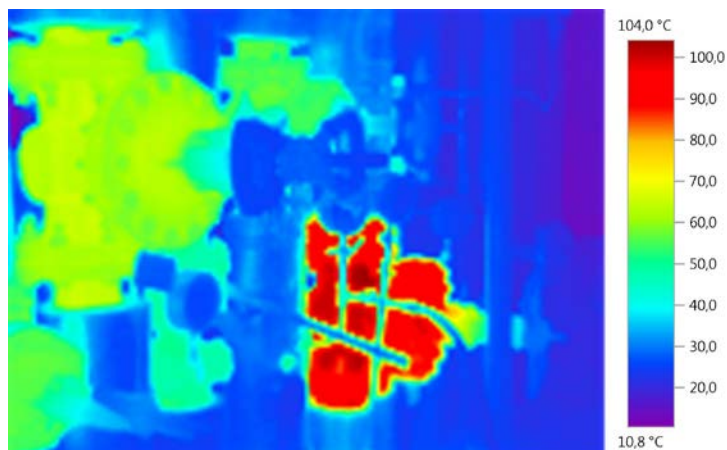
Причина дефекта

Разрушение тепловой изоляции на участке трубопровода. Недостаточная термоизоляция соединительных фланцев и труб.

Рекомендации

Улучшение термоизоляции соединительных фланцев и труб.

Пример 1. Обследование системы теплоснабжения здания



Вид дефекта

Температурные аномалии на запорной арматуре.

Причина дефекта

Разрушение тепловой изоляции на участке трубопровода. Недостаточная термоизоляция соединительных фланцев и труб.

Рекомендации

Улучшение термоизоляции запорной арматуры.

Обследование системы горячего водоснабжения здания

Обследование системы следует начинать с контроля работы теплового пункта (котельной) по обеспечению нормируемых параметров горячего водоснабжения дома. При этом оценивается работоспособность и соответствие проектным данным:

- ✓ водоподогревателей или смесительного узла;
- ✓ баков-аккумуляторов;
- ✓ приборов автоматики;
- ✓ циркуляционных и повысительно-циркуляционных насосов;
- ✓ запорно-регулирующей арматуры.

Обследование системы горячего водоснабжения здания

Необходимо производить следующие замеры:

- ✓ температуру в подающей и обратной магистралях теплосети,
- ✓ температуру горячей воды в подающем и циркуляционном трубопроводах
- ✓ давления в системе горячего водоснабжения на подающей линии
- ✓ давления в системе горячего водоснабжения на циркуляционных линии

При отклонениях работы системы подогрева воды от норм могут контролироваться параметры и в других точках в зависимости от характера дефектов.

Замеры осуществляют контрольно-измерительными приборами действующего теплового пункта, и результаты замеров заносят в журнал с указанием даты и времени

Обследование системы горячего водоснабжения здания

Проверка эффективности действия систем горячего водоснабжения должна заключаться в выявлении :

- ✓ температур горячей воды в наиболее удаленных точках водоразбора;
- ✓ действительных секундных расходов горячей воды водоразборными приборами;
- ✓ температур поверхности полотенецесушителей;
- ✓ свободных напоров у водоразборных кранов.

Для контрольных замеров следует использовать, в основном, квартиры, где обследовалась система отопления с условием обязательного охвата наиболее удаленных мест водоразбора.

Контроль естественной вентиляции

Проверка эффективности вентиляционных систем включает инструментальные измерения скоростей движения воздуха в вентиляционных каналах, воздуховодах, определение кратности воздухообмена в помещениях, сравнение фактического расхода с требованиями нормативных документов.

Испытанию подвергаются до 10% квартир жилого дома в соответствии с договором. Выбор квартир для проведения испытаний определяется заказчиком и согласовывается с организацией, проводящей обследование. Испытанию могут подвергаться 1–2 вертикали квартир, подсоединённых к обследуемым вытяжным вентиляционным каналам или отдельные квартиры на первом и последних трёх этажах здания.

Видимые дефекты монтажа и отступления от проекта фиксируют. Дефекты, влияющие на качество испытаний, подлежат устранению.

Контроль естественной вентиляции

При подготовке к испытаниям в отобранных квартирах:

- плотно закрывают входную дверь (при её отсутствии в дверной проём устанавливают раздвижную раму с воздухонепроницаемой плёнкой);
 - открывают межкомнатные двери;
 - в одной из комнат приоткрывают на 5–8 см створку окна (форточку) (в случае если установленные при строительстве оконные заполнения заменены на стеклопакеты, а также при заклеенных оконных рамах и створках, контроль работы естественной вытяжной вентиляции и замеры объёма удаляемого воздуха осуществляются при приоткрытых приточных устройствах);
 - измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха и скорость ветра около здания (испытания можно проводить в случае, если скорость ветра на высоте 1,5 м от земли не выше 8 м/с);
 - измеряют фактические размеры вытяжных вентиляционных отверстий (решёток);
- проверяют и фиксируют состояние вытяжных отверстий каналов (наличие строительного мусора, монтажной пены, ровные или рваные края у отверстий после их пробивки в вентиляционных блоках).

Контроль естественной вентиляции

Проведение испытаний:

- измеряют температуру воздуха и барометрическое давление наружного воздуха в квартире;
- в вытяжных отверстиях вентиляционных каналов кухни, туалета, ванных комнат, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.018–78*, измеряют скорость удаляемого воздуха в плоскости вентиляционной решётки или отверстия вентиляционного канала;
- после завершения испытаний повторно измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха;
- по итогам инструментального обследования заполняется приложение №2 "Результаты инструментального обследования".

Примечание: при производстве измерений скоростей воздушного потока в вентиляционных решётках квартиры желательно, чтобы входная дверь в подъезд и входные двери в квартиры данной вертикали были закрыты.

Контроль естественной вентиляции

Расход воздуха в вентиляционных решетках определяется по формуле:

$$L = F \cdot v \cdot 3600$$

где L — расход воздуха, м³/ч;

F — габаритное сечения вентиляционного отверстия (канала), м²;

v — скорость движения воздуха на входе в вентиляционную решетку, м/с;

Скорость воздушного потока берётся с коэффициентом 0,8 к величине установленной замером для учёта неравномерности или возмущения воздушного потока. Измерения производят при скорости ветра не более 8(м/с) на высоте 1,5 м от земли.

После измерения фактических расходов удаляемого воздуха через все вытяжные отверстия (вентиляционные решётки) квартиры – их суммируют и определяют суммарный фактический расход $\Sigma Q_{\text{ф}}$ удаляемого воздуха (воздухообмен) данной квартиры.

Полученные значения пересчитываются на нормативные условия и сравниваются с минимальным расходом воздуха, определяемым требованиями



Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь

Спасибо за внимание !!!!

Андрей Федорович МОЛОЧКО
*национальный консультант проекта,
РУП «БелТЭИ», Беларусь*