

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВИЗИРОМ

**\*М.Б. Набиев.,\*\*Б.Т. Жобборов**

\*Ферганский государственный университет, г.

Фергана, Республика Узбекистан.

e-mail: [mbnabiyev52@gmail.com](mailto:mbnabiyev52@gmail.com)

\*\*Ферганский политехнический институт,г.

Фергана, Республика Узбекистан.

e-mail: [bjobborov@bk.ru](mailto:bjobborov@bk.ru)

### АННОТАЦИЯ

В данной статье проведено, анализ термографических методов обследования, определены факторы, влияющие на эффективность тепловизионного мониторинга. Установлено- оценка состояния электроустановок межсистемных электрических сетей и анализ протоколов обследования. Определены меры по повышению достоверности технического диагностирования энергетических установок АО “Ferganaazot”.

**Ключевые слова:** Тепловизоры Флюк,диагностика, Инфракрасные лучи, радиометрические камеры.

### STUDY OF THE DEGREE OF TECHNICAL DIAGNOSTICS OF ELECTRICAL INSTALLTIONS, USING TERMAL IMAGERS

**\*M.B.Nabiev.,\*\*B.T.Jabborov**

\*Fergana National State University, Fergana, Republic of Uzbekistan

[mbnabiyev52@gmail.com](mailto:mbnabiyev52@gmail.com)

\*\*Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Republic of Uzbekistan e-mail Jobborov

Baxodir To‘lqinjon o‘gli, e-mail: [bjobborov@bk.ru](mailto:bjobborov@bk.ru)

## ABSTRACT

In this article, an analysis of thermographic methods of examination was carried out, factors affecting the effectiveness of thermal imaging monitoring were identified. Established- assessment of the state of electrical installations of intersystem electrical networks and analysis of survey protocols. Measures have been determined to improve the reliability of technical diagnostics of power plants of Ferganaazot JSC.

**Key words:** Fluke thermal imagers, diagnostics, infrared rays, radiometric cameras.

## TEPLOVIZORLARDAN FOYDALANGAN HOLDA ELEKTR INSHOOTLARNING TEXNIK DIAGNOSTIKASI DARAJASINI O‘RGANISH

\* **M. B Nabiyev .,\*\*B. T.Jobborov**

\* Farg‘ona Davlat universiteti, Farg‘ona, O‘zbekiston Respublikasi

[mbnabiye52@gmail.com](mailto:mbnabiye52@gmail.com)

\*\* Farg‘ona Politexnika instituti, Farg‘ona, O‘zbekiston Respublikasi Jobborov

Baxodir To‘lqinjon o‘ gli,

elektron pochta: [bjobborov@bk.ru](mailto:bjobborov@bk.ru)

## ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada tekshirishning termografik usullarini tahlil qilish amalga oshiriladi, termal ko‘rish monitoringining samaradorligiga ta’sir qiluvchi omillar aniqlanadi. O‘rnatilgan-tizimlararo yelektr tarmoqlarining elektr qurilmalarining holatini baholash va so‘rov protokollarini tahlil qilish. "Farg‘onaazot" OAJ elektr stansiyalarining texnik diagnostikasi ishonchliligini oshirish chora-tadbirlari belgilab olindi.

**Kalit so‘zlar:** Fluk issiqlik tasvirchilari, diagnostika, infraqizil nurlar, radiometrik kameralar.

## KIRISH (ВВЕДЕНИЕ/INTRODUCTION)/LITERATURAANALYSIS/ (METHODS)

Ситуация, которая сложилась в последние годы в электроэнергетике, в рамках экономики вынуждает принимать меры, направленные на увеличение сроков эксплуатации различного оборудования, а это оборудование из дальнего зарубежья, которое после монтажа не требует комплексного обследования в течении примерно пятнадцати лет, но и в этом есть как положительные стороны, так и отрицательные.

Поэтому решением задачи по оценке технического состояния электротехнического оборудования электрических сетей в значительной мере является внедрение эффективных методов инструментального контроля и технической диагностики.

Постановление Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года №PQ-4779. О мерах по повышению энергоэффективности экономики снижению зависимости экономических сетей от топливно-энергетических продуктов за счет привлечения доступных ресурсов.

В целях содействия эффективному и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, широкому внедрению в экономику страны возобновляемых источников энергии, обеспечению бесперебойного снабжения отраслей экономики и населения электроэнергией и нефтепродуктами: вопросы разработка проекта технического задания на проведение энергоаудита и тендеров PQ – пункт 7 решения № 4779 гласит следующее,

7. Министерству экономического развития и сокращения бедности совместно с Министерством энергетики, другими заинтересованными министерствами и ведомствами:

а) внести в Кабинет Министров предложения об утверждении регламента проведения энергетического обследования потребителей топливно-энергетических ресурсов, которым в месячный срок предусмотрено:

создание благоприятных условий для поощрения проведения энергетических обследований (энергоаудитов); внедрение рыночного механизма выбора энергоаудитора; регулирование тарифов, в том числе создание эффективного механизма применения повышенных тарифов за перерасход энергии для предприятий, не соответствующих рекомендациям энергоаудита;

б) обеспечить привлечение ведущих компаний (отечественных и международных) для проведения энергоаудитов на 285 крупных промышленных предприятиях в течение двух месяцев и рассмотреть вопрос о расширении перечня этих предприятий.

Приложение 2 к Указу Президента Республики Узбекистан PQ4779 от 10 июля 2020 года «**дорожная карта**» по повышению энергоэффективности и экономии топливно-энергетических ресурсов на крупных энергопотребляющих предприятиях отраслей экономики изложено ниже: Привлечение энергоаудиторских организаций (отечественных и международных) для изучения уровня энергоэффективности на 285 промышленных предприятиях с высоким энергопотреблением.

1. Разработка проекта технического задания на проведение энергоаудита и тендеров.
2. Заключение договоров на оказание услуг по результатам конкурса.
3. Переговоры с международными финансовыми институтами по финансированию энергоаудита и технической экспертизы.

**На основе настоящего решения,** анализа тепловизионных методов практической проверки энергоаудита и технической экспертизы определены факторы, влияющие на эффективность тепловизионного контроля. Оценка состояния встроенных межсистемных электрических сетей и электротехнических устройств и анализ протоколов обследования. Определены мероприятия по повышению достоверности технического диагностирования электростанций *ОАО «Ферганаазот»*.

**Maqsad va vazifalar:/(Цель и задачи)/( Goal and tasks)**

Диагностирование представляет собой некий аппарат, который позволяет выявлять признаки неисправности (работоспособности) оборудования и изучать их, устанавливая методы и средства, при помощи которых дается заключение о наличии, или отсутствии дефекта. Другими словами, техническая диагностика позволяет дать оценку состояния исследуемого объекта. Такая диагностика направлена в основном на поиск, выявление дефектов и анализ внутренних причин неисправности оборудования.

1. Электроустановок содержит большое количество устройств, длительная эксплуатация которых без надлежащего диагностирования технического состояния может привести к выходу их из строя и значительному материальному ущербу. Для реализации эффективного диагностирования электроустановок межсистемных электрических сетей необходимы современные методики и технические средства контроля.

2. Решение задач диагностирования электроустановок: где можно изучать и определит отыскание меры по повышению достоверности технического диагностирования энергетических установок в АО “Ferganaazot”.

3. Эксперимент выполнено на основе тепловизионных обследований. марки тепловизор FLIR P660 (FLIR Systems - крупнейшая в мире коммерческая компания, специализирующаяся на разработке и производстве тепловизоров компонентов и датчиков изображения.) и стационарный тепловизор FLIR a310 [1,2,3 ].

3. Провести анализ термографических методов обследования, определит факторы, влияющие на эффективность тепловизионного мониторинга.

4. Установит критерия и оценка состояния электроустановок межсистемных электрических сетей и анализ протоколов обследования.

5. В эксперименте используемое тепловизионный контролем провести обследование ряд электроустановок. В работе «Первые выполняется» в

применении теплового метода неразрушающего контроля для нужды промышленных предприятий непосредственно при производстве работ [2].

**Termofotograf va termografik tekshirish usullari /Тепловизор и методы о термографического обследования/ (Thermal imager and methods of thermographic examination)**

**( Краткий обзор литературных данных) (Brief review of literature data)**

**Тепловизор** – тепловизионный прибор, используемый в диагностических целях. В данном терминологическом ряду тепловизор рассматривается как под класс тепловизионных приборов, что соответствовало системе приоритетов и уровню технического развития тепловизионных приборов того времени. В 1988 году был принят государственный стандарт «Приборы тепловизионные. Термины и определения» ГОСТ 27675–88. В нем уже более четко вырисовываются два типа тепловизионных приборов:

Тепловизионный контроль изоляции электроустановок электростанций и подстанций проводится при приемке после монтажа, до и после ремонта, а также при энергетических обследованиях, и в ходе энергетических обследований (энергоаудите). Обладая высокой чувствительностью этот метод является наиболее результативным и объективным. Обследование изоляции это – определение ее фактического состояния в реальном времени. По результатам обследования дается заключение о необходимости ремонта и объеме работ [2].

Инфракрасные радиометрические камеры, тепловизоры, позволяют сделать видимым тепловое излучение объектов, измерять температуру, записывать термограммы на компьютерные носители, что дает возможность производить анализ изображений и создавать протоколы обследования, отчеты. Есть следующие виды тепловизорных установок [1,3,4,5,]

Первая тепловизионная камера была продана в 1965 году компанией, которая впоследствии стала известна как FLIR Systems. Она была разработана для осмотра высоковольтных линий электропередачи и применяются для

технической диагностики и задач обеспечения безопасности предприятий до проведения научных исследований и медицинской диагностики. В 2004 г. в состав FLIR Systems вошла компания Indigo Systems – ведущая компания в области разработки детекторов и специализированного программного обеспечения (ПО). А сами тепловизоры FLIR считаются одними из лучших в мире. На рис-1. Показан общий вид: Тепловизора Fluke; - Компания Fluke Corporation. Тепловизоры Fluke - это качественные, надёжные, безопасные и, необходимые для инженерных и электрических работ, требующих высокой точности и качества измерений. Практически все потребности строительной и промышленной отраслей, а тепловизоры с детектором газа подойдут для применения в нефтегазовой сфере. Эти направления особенно важны в производственных и обслуживающих отраслях или завод - потенциальные потребители продукции Fluke. Testo – известный во всём мире немецкий производитель контрольно-измерительного оборудования для систем вентиляции, кондиционирования, отопления, энергетики, нефтегазовой, строительной, фармацевтической, пищевой и других отраслей промышленности



На рис-1. Показан общий вид: Тепловизора Fluke- 1-диоптрий 2-ИК объектив 3- осветитель 4- мегапиксельная цифровая камера 5-лазерный указатель 6-лазерный активатор 7-интерфейс

. История компании начинается с разработки первого медицинского термометра в 1957 году. В 2006 году компания открыла официальное

представительство в Российской Федерации. С 2008 года тепловизоры Testo начинают завоёвывать рынок. Testo незаменимы для обнаружения утечек тепла в зданиях, поиска скрытых строительных дефектов. В промышленности и электроэнергетике они помогают диагностировать неисправности и вовремя предотвращать выход из строя оборудования. Компания testo предлагает

На рис-2. Показана тепловизор Testo, современных тепловизионных камер для проведения тепловизионных обследований различных объектов, проведения энергоаудитов и диагностики состояния оборудования и НИОКР.



На рис-2. Показана тепловизор Testo. Где-1-дисплей 2-Интерфейс отключения 3-кнопки включения/выключения 4-Навигация по меню прибора 5-Кнопка быстрого выбора 6-отсек для батареи.

Тепловизоры используются для:

- контроля технического состояния оборудования на электрических станциях и подстанциях трансформаторов, генераторов, проверки контактных соединений ВЛ, коммутационных аппаратов;

- диагностики в тепловых сетях энергетических котлов, турбин, другого теплотехнического оборудования электростанций, а также дымовых труб;

- определения тепловых потерь в архитектурном строении зданий и сооружений, ЖКХ;

- контроля коммуникаций подземных теплотрасс, включая измерение тепловых потерь;

- проверки в нефтегазовой отрасли систем транспортировки и хранения нефти и газа( См. на рис.3.)



Рис -3. Показано общий вид селективного тепловизоров .Профессиональный тепловизор FLIR P660 для систем непрерывного контроля и мониторинга и изображено 1-видео искатель.2-кнопка Right 3-кнопка Left.4- 5 дюймовый сенсорный экран.6-крышка объектива.7-лазерный активатор8-лазерный указатель9-ручка фокусирования объектива.10-ручной держатель прибора.11- меню управления.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА /( EXPERIMENTAL TECHNIQUE)

Термограмма это – двумерные изображения, на котором цвет или яркость соответствует значению температуры, определяемому температурной шкалой термограммы.

Термография – это тип инфракрасного изображения, в которых ИК–камеры обнаруживают излучение в электромагнитном спектре с длины волн от примерно 900 до 14 000 нанометров (0,9–14 мкм) и получения изображения этого излучения. Как правило, это визуализация используется для измерения температуры вариации по объекту или сцене, которые может быть выражена в градусах Фаренгейта, Цельсия или Кельвина времени .

В эксперименте установлен что термографическая камера фиксирует все излучение, которое попадает в объектив в реальном времени. Излучение может исходить как из самого исследуемого объекта, так и из других источников излучения с последующим отражением от объекта, который дает некоторое излучение. В основном компоненты электроустановок действуют как зеркала для инфракрасного излучения, но это и не заметно невооруженным глазом. Металлические детали без покрытий особенно имеют место к образованию

бликов (Блик — элемент светотёни — световое пятно на ярко освещённой выпуклой или плоской глянцевой поверхности.

Возникает вследствие зеркального или зеркально-диффузного отражения яркого источника света, чаще всего солнца, на предмете,) тогда как изолированные пластиком, резиной или окрашенные детали в большинстве случаев не создают бликов.

Ниже на рисунке 4, ясно видно отражение оператора от токопроводящей шины в РУ–10кВ. Но, это отражение, не является горячей точкой объекта. Одним из способов, чтобы определить, является ли видимое вами изображение отражением или нет это изменить свое положение относительно объекта. И тогда будет видно если посмотрите на объект под другим углом и проследите за «горячей точкой». Если она будет двигаться вместе с вами, тогда это будет отражение. Для объекта, имеющего зеркальные свойства, измерение температуры невозможно. К примеру, на сборных шинах РУ– 10 кВ, показанные на рисунке ниже, имеют окрашенные участки, которые хорошо подходят для измерения температуры.

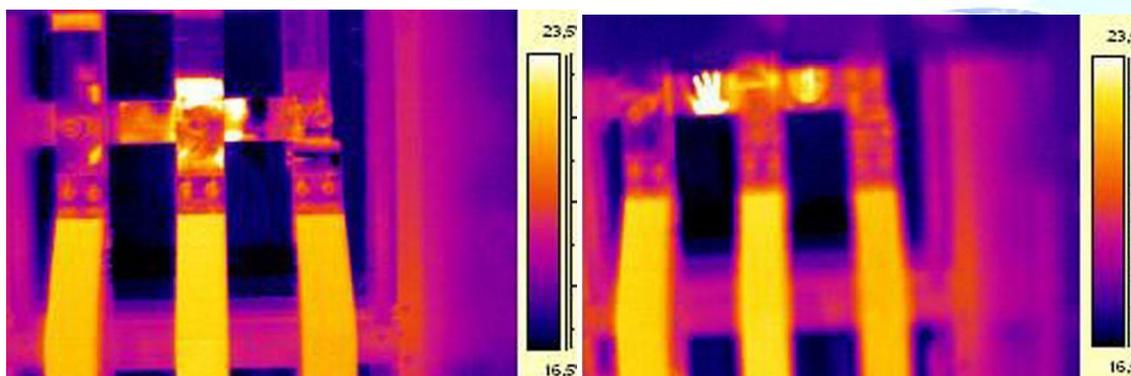


Рис- 4. Показана термограмма отображение объекта на сборных шинах РУ– 10кВ

а) снимок без блика  
правильный  
мониторинг

б) снимок с бликом отражения  
«руки» не правильный  
мониторинг

Шины изготовлены из меди, которая обладает очень высокой теплопроводностью. Это и означает то, что изменения температуры по поверхности детали должны быть небольшими.

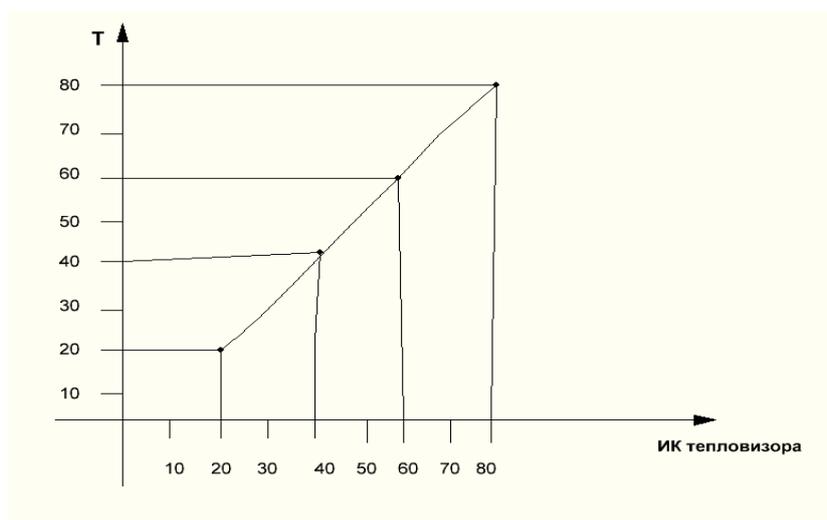


Рис-5. График зависимость ИК-излучения тепловизора от их шины коммутации электроустановок

## NATIJAR (РЕЗУЛЬТАТЫ/ RESULTS)

## MUHOQAMA (ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION)

Термография в настоящее время является хорошо зарекомендовавшим себя методом, применяемым для проверки электроустановок. Сама инфракрасная камера пережила период бурного развития, и в настоящий момент мы можем утверждать, что уже 8-е поколение термографических систем стало доступным для пользователей.

В последние десятилетия термография в сочетании с вибрационным анализом являлась основным методом полной диагностики промышленных установок для выполнения программ профилактического технического обслуживания. Главным преимуществом указанных методов является то, что

они не только позволяют выполнять проверку установок в процессе их эксплуатации. В действительности работа установки в режиме нормальной эксплуатации является предпосылкой для выполнения точных измерений, таким образом остановки производственного процесса не требуется. Термографический контроль электроустановок применяется в трех основных отраслях:

- производство электроэнергии;
- передача электроэнергии;
- распределение электроэнергии.

С помощью тепловизора специалист измеряет тепловыделение локально и представляет его в виде изображения испускаемого объектом, инфракрасное излучение. Тот факт, что излучение является функцией температуры поверхности объекта, позволяет камере рассчитать и отобразить такую температуру.

Выделяемое излучение, измеряемое камерой (тепловизор) зависит не только от температуры объекта, но и от излучательной способности объекта. Излучение также исходит от окружающей среды и отражается объектом. Также стоит отметить, что излучение объекта на отраженное излучение будет также оказывать воздействие поглощение в атмосфере.

## **XULOSA (ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION)**

В связи с вышеизложенным следует, что для точного измерения температуры надо компенсировать эффекты нескольких разных источников излучения. Это осуществляется камерой в реальном времени в автоматическом режиме. Однако в камеру необходимо ввести нижеуказанные параметры объекта:

- коэффициент излучения объекта;
- видимая отраженная температура;
- расстояние между объектом и камерой;

- относительная влажность;
- Температура окружающего воздуха.

Важным параметром, который следует правильно ввести, является коэффициент излучения, который кратко говоря, является мерой излучения, испускаемого объектом, по сравнению с излучением абсолютно черного тела при такой же температуре.

Обычно некоторые материалы объектов и обработанные поверхности имеют коэффициент излучения в диапазоне, приблизительно, от 0,1 до 0,95 тогда, как окисленная или покрашенная поверхность имеет намного более высокий коэффициент излучения, а хорошо отполированная (зеркальная) поверхность имеет значение менее 0,1. Однако масляная краска, вне зависимости от цвета в видимом спектре, имеет в инфракрасном диапазоне коэффициент излучения свыше 0,9, а кожа человека имеет коэффициент излучения от 0,97 до 0,98.

#### **ADABIYOTLAR RO‘YXATI (ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES).**

- [1]. A. I. Khalyasma Diagnostics of electrical installations of power stations and substations: a textbook. - Ekaterinburg: Ural Publishing House, 2015. - 64 p.
- [2]. Afonin A.V., Tadzhibaev A.I., Sergeev S.S. Infrared thermography in power engineering. Technical means of receiving infrared radiation: Textbook.–St. Petersburg: Ed. PEIPC, 2000–60 p.
- [3]. Tajibaev A.I. Methods and tools for assessing the state of power equipment, buildings and structures based on the reception of radiation in the infrared spectrum, edited. - St. Petersburg., 2002. - No. 17. - 128 p.
- [4]. A.I. Tadzhibaev Automated systems for recognizing the states of electrical installations. St. Petersburg: Energoatom-izdat, 2001.-175 p.
- [5]. A.I. Tadzhibaev Methodological bases of non-destructive testing of insulation of electrical installations, edited.–St. Petersburg, 2011. No. 37.–120 p.
- [6]. E.N. Topilskaya, O.V. : SibGIU, 2015.–S. 260–263.