

в изображении, чтобы различить тепловые колебания на поверхности ограждения (рисунок 1). Качественные формы анализа используются для диагностики и обнаружения потенциальных дефектов здания, включая следующие основные типы дефектов: изменение теплопроводности строительных материалов, потери тепла из-за инфильтрации воздуха и вентиляции, структурные дефекты и дефекты, связанные с повышением влажности в помещениях и на поверхностях конструкций и др.

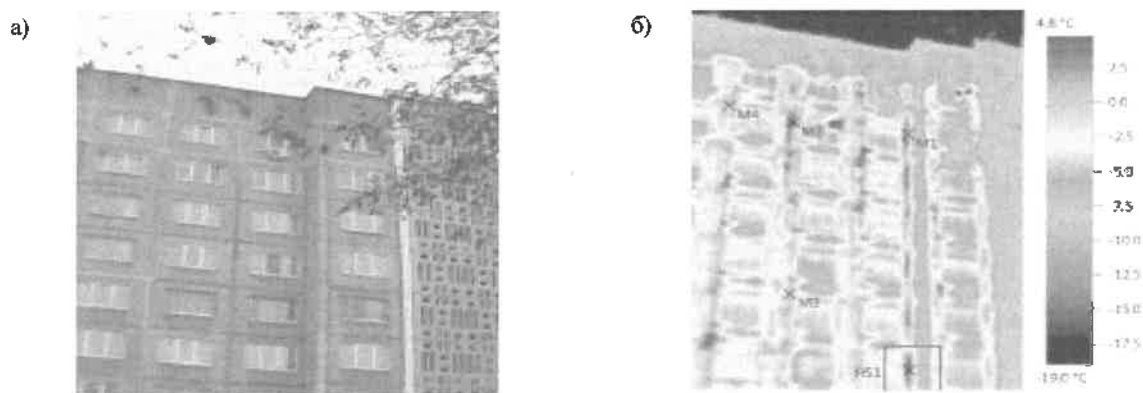


Рисунок 1 – Жилое панельное здание до утепления
а – видимое изображение; б – термограмма

Полный комплект термограмм тепловизионного обследования здания обычно приводится в приложении протокола с целью определения мест с нарушением теплозащитных свойств ограждающих конструкций.

Результаты предварительного опроса домовладельцев и жителей показывают высокий потенциал тепловой визуализации оболочки здания для оценки условий эксплуатации и как интуитивно понятного инструмента коммуникации домовладельцев и жильцов дома.

Заключение. Несмотря на потенциальные ограничения в технической точности, тепловизионные изображения, опубликованные в открытой печати, представляют возможность сделать невидимое тепло видимым, представляя визуальные доказательства областей теплопотерь и потенциального повышения эффективности. И это может стать ключевым шагом в изменении поведения и отношения граждан к вопросам энергосбережения. Таким образом, проблемы потерь тепла могут быть легко сообщены жителям в интуитивно понятном количественном и качественном формате для принятия решения домовладельцев о реализации своего потенциала в области тепловой защиты ограждающих конструкций здания.

Список литературы

1 Епифанцев, Б. Н. Тепловизионная диагностика ограждающих конструкций зданий и сооружений: проблемы, перспективы / Б. Н. Епифанцев, А. Д. Кривошеин // Вестник СибАДИ [Электронный ресурс]. – 2008. – № 7. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/teplovizionnaya-diagnostika-ograzhdayuschih-konstruktsiy-zdaniy-i-sooruzheniy-problemy-perspektivy>. – Дата доступа : 30.07.2019.

2 Салов, А. С. Особенности мониторинга и проведения обследования теплотехнического состояния строительных конструкций / А. С. Салов, Э. С. Гайманова // Вестник Евразийской науки. [Электронный ресурс]. – 2019. – № 1. – Режим доступа : <https://esj.today/PDF/59SAVN119.pdf>. – Дата доступа : 15.05.2019.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Д. В. ДОРОЩУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Целью исследования влияния внешних факторов на элементы электроснабжения является разработка технических, организационных и экономических мероприятий, направленных на повышение надежности элементов электроснабжения. Все внешние факторы можно разделить на три группы: электрические, механические и прочие.

К электрическим факторам относят грозовые и коммутационные перенапряжения. Грозовые перенапряжения обуславливают до 30 % отключений и повреждений оборудования и высоковольтных линий (ВЛ) в распределительных сетях. Число отключений связано с интенсивностью грозовой деятельности в данной местности. Принятые характеристики интенсивности грозовой деятельности лишь в самых общих чертах отражают опасность гроз для эксплуатации ВЛ и подстанций, так как при этом не учитываются длительность и сила грозы, ее фактическая продолжительность, число разрядов. Прямой удар молнии в провода приводит к растеканию тока молнии в обе стороны по пораженному проводу. В этом случае могут быть перекрыты опоры с ослабленной изоляцией (железобетонные, металлические) или воздушные промежутки в местах пересечений линий даже на больших расстояниях от места поражения ВЛ. В результате импульсного перекрытия изоляции ионизируются прилегающие к каналу разряда слои воздуха и вдоль поверхности изоляции может возникать электрическая дуга рабочего напряжения. Волны индуктированных перенапряжений возникают одновременно на всех трех фазах, распространяются в обе стороны от места поражения, имеют пологий фронт и длительность до сотен микросекунд.

Волны перенапряжений, падающие на оборудование подстанции, ограничиваются разрядниками и способствуют развитию дефектов. Это приводит, в конечном итоге, к повреждению изоляции оборудования, в том числе и на рабочем напряжении. Разрядники не защищают от таких накапливающихся разрушений органическую изоляцию трансформаторов и другого оборудования.

К механическим факторам относят ветер, гололед, вибрацию. Давление ветра на провода, особенно покрытые гололедно-изморозевыми отложениями, во многом определяют надежность работы опор и их механическую прочность. Гололедно-изморозевые отложения образуются при контактах холодного и теплого воздуха, когда возникают условия для конденсации влаги из охлажденного воздуха, они могут создавать усилия на порядок больше, чем от собственного веса проводов, и вызывать увеличения ветровых нагрузок из-за увеличения парусности проводов. Для эксплуатации важно также знать время нарастания и длительности нахождения отложений на проводах. Это позволит подготовиться к борьбе с гололедом, пляской проводов и предупредить повреждения ВЛ. Гололед и изморозь развиваются в период с октября по апрель. В декабре обычно происходит от 30 до 40 % годового числа случаев образований. Гололед достигает опасных размеров уже за 2–3 часа, если воздух сильно насыщен влагой и дует поперечный трассе линии ветер.

Вибрация оказывает разрушающее воздействие на контактные соединения коммутационных аппаратов и трансформаторов. Разбалтывание токоведущих контактных соединений приводит к их обгоранию и нарушению электрического контакта. При длительном действии вибрации возможны изломы и ослабления крепления шин.

Температура окружающей среды влияет на старение материалов, образование гололедных отложений и деформации конструкций температур. Минимальные температуры определяют механическое напряжение в проводах линий и применяемые материалы. Максимальные температуры определяют стрелы провесов проводов ВЛ, максимально допустимые нагрузки электрооборудования. Отклонения эксплуатационных температур изоляции от нормированных на 6–10 °С при прочих равных условиях сокращают ожидаемый срок службы изоляции в 2 раза, так как в 2 раза уменьшается разрывная механическая прочность твердой изоляции.

Периодические изменения температуры приводят к многократным деформациям элементов изделий. Интенсивность воздействий зависит от размаха температур, причем наибольшие неприятности приносят переходы температуры через 0 °С. При конструировании аппаратов стремятся избежать сопряжения материалов с сильно различающимися коэффициентами линейного расширения или применяют амортизирующие прокладки и промазки.

Влага ускоряет коррозию металлов, меняет электрические характеристики диэлектриков, создает гололедно-изморозевые механические нагрузки на провода и опоры ВЛ, способствует тепловому распаду материалов. На основе церезина, нефтяных масел и кремнийорганических соединений изготавливаются гидрофобные смазки, применение которых резко повышает надежность работы изоляторов в районах с сильным загрязнением. Еще более опасна для электротехнических материалов абсорбция, т. е. поглощение влаги. Сопротивление изоляции и пробивное напряжение резко падают. Ускоряются окислительные процессы в изоляции, и она быстро теряет свои механические и электрические свойства. Снижение относительной влажности путем подогрева воздуха позволяет избежать выпадения росы даже при высоких абсолютных содержаниях влаги в воздухе, которым вентилируются комплектные распределительные устройства наружной установки.

Характер промышленных уносов или естественных загрязнений и влажность воздуха являются решающими факторами в процессах коррозии металлов. Образующиеся на металлах окисные плен-

ки, которые в благоприятных условиях могут задерживать процесс коррозии, хрупки и мало пластичны. При деформациях металла в пленках образуются трещины, через которые к металлу идет интенсивный приток кислорода и металл быстро разрушается. Медь коррозионно-устойчива в холодных растворах щелочей. Во влажном воздухе на ее поверхности появляется налет зеленого цвета основной карбонат меди. Если во влаге воздуха или дождевой воде содержится углекислый газ CO_2 , что характерно в районах сжигания топлива, то скорость разрушения меди резко возрастает. Технический алюминий в нейтральных растворах солей практически не разрушается. Контакты, образованные механическим путем, подвергаются коррозии при недостаточно тщательном соединении или отсутствии специальных предохранительных мер (герметизация лаками и смазками). Образующиеся при увлажнении пленки из продуктов коррозии увеличивают переходное сопротивление и нарушают нормальную работу контактов.

По статистическим данным числа отключений воздушных линий видна сезонность таких отключений. За год прослеживается три пика кривой отключения. Первый пик приходится на весенние месяцы – в это время повышенная влажность особенно сказывается на перекрытии и пробое изоляции линии. Второй критический пик (первые летние месяцы) объясняется интенсивностью грозовой деятельности. Третье возрастание числа отключений вызвано осенними дождями, зимними гололедными образованиями и отрицательной температурой.

Наиболее характерными факторами, способствующими отказам воздушных линий, являются морозящий дождь, мокрый снег, густой туман, изморозь и роса. По отношению к силовым трансформаторам электроустановок открытого типа внешними факторами выступают солнечная радиация, атмосферное давление, температура окружающей среды. Для линий 10 кВ и оборудования 10–35 кВ отчетливо просматривается сезонное влияние воздействующих факторов на отказы изоляции линий, ячеек комплектных распределительных устройств наружной установки, отказы трансформаторов. Особенно выделяются временные интервалы внешних факторов: май – август (грозовая активность) и ноябрь – январь (отрицательное воздействие температур, гололедных образований, перегрузка оборудования). Анализ распределения аварийных отключений по месяцам года показывает, что основная часть отключений ВЛ 10 кВ происходит в период с апреля по сентябрь, половина всех аварийных отключений линий в летний период происходит из-за отказов изоляторов. Около 70 % поврежденных опор приходится на весенне-летний период – апрель – сентябрь.

Воздействие внешних факторов приводит к изменению состояния элементов электроснабжения в процессе эксплуатации, т. е. к увлажнению масла в трансформаторах и масляных выключателях, внутрикаковой изоляции и изоляции траверс масляных выключателей, остова вводов, к разрушению опорных и проходных изоляторов при гололедных, ветровых нагрузках и т. п., поэтому для каждого климатического района при эксплуатации необходим учет внешних факторов.

Зависимость показателей надежности оборудования от местных условий является закономерностью, которую необходимо учитывать при оценивании надежности и диагностировании элементов электроснабжения.

УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ МОДЕЛИ МАЗ

А. В. ЗЕЛЕНКО, И. П. ШИРОКИЙ

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь

Особенности организации процессов горения топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) обуславливают образование вредных веществ, выбрасываемых вместе с отработавшими газами (ОГ) в окружающую среду и оказывающих вредное воздействие на атмосферу, почву, воду, растения, животных и людей. В ОГ дизельных ДВС концентрации оксидов углерода и углеводородов значительно ниже, чем у бензиновых, однако дизеля в больших количествах выбрасывают оксиды азота и твердые частицы (в основном сажу).

В дизельных двигателях СО успевает догорать в процессе расширения. В цилиндре дизельного двигателя всегда имеется в избытке воздух, поэтому концентрация СО дизелей невысокая – не выше 0,2–0,3 % [1]. В дизельном двигателе отводится меньше времени на приготовление горючей смеси, что является причиной ее меньшей однородности. Недостаточное количество воздуха в сме-