

## КОНТРОЛИРОВАНИЕ ПЕРЕГРЕВА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ

Болгова В. А.

Научный руководитель: Леонов А.П., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

Email: vero\_nika.veda@sibmail.com

Качество изоляции кабельного изделия определяет надежность самого кабеля, а также электрооборудования, систем энергообеспечения и других систем, в состав которых входят кабельные изделия. Значительное количество отказов электрооборудования происходит из-за скрытых дефектов и ослаблений изоляции, возникающих на стадии производства, а также в результате воздействия перегревов. Перегревы могут быть как внутренними – электрические нагрузки, так и внешними – открытые источники тепла, огня. Их появление носит случайный характер.

В процессе эксплуатации кабель может нагреваться не только от тока номинальной нагрузки, но и от тока короткого замыкания при повреждении какого либо элемента в сети, а также в результате токовой перегрузки.

Токовая перегрузка - это аварийный пожароопасный режим, при котором по элементу электросети проходит ток, превышающий номинальное значение, на которое рассчитан данный провод или кабель. При длительной работе в таких условиях происходит перегрев проводников или токопроводящих деталей, постепенное разрушение их изоляции со значительным снижением ее изоляционных свойств. Так, при температуре нагрева проводников выше 65°C изоляция проводов высыхает и с течением некоторого времени теряет свою эластичность, в ней появляются трещины, приводящие к заметному снижению сопротивления изолирующего покрова жил и появлению токов утечки. При более высоких перегрузках за сравнительно короткое время могут произойти размягчение и деформация изоляционных покрытов и даже металла жил проводов и токоведущих деталей. Как правило, после разрушения изоляции возникает короткое замыкание с характерными для него пожароопасными факторами [1].

В связи с этим важно иметь возможность оценить состояние изоляции, обнаружить места локальных перегревов, а значит своевременно заменить поврежденный кабель или провод, что позволит предотвратить отказ всего оборудования.

Для контроля температуры существует множество датчиков, построенных с использованием различных физических законов. Если рассматривать датчики температуры для промышленного применения, то можно выделить их основные классы: кремниевые датчики температуры, биметаллические датчики,

жидкостные и газовые термометры, термоиндикаторы, термисторы, термопары, термометры сопротивления, инфракрасные датчики температуры. Каждый из них обладает рядом уникальных свойств, позволяющих наилучшим образом решить задачу по измерению температуры. Измерение температур нагрева оболочек кабелей или окружающей среды может производиться с помощью термопар, термосопротивлений или термометров, однако такие термодатчики не пригодны, когда необходимо определить температуру не в отдельной точке, а ее распределение по поверхности для установления участков с большим градиентом температуры [2]. Измерение температуры электрических кабелей также производится посредством волоконно-оптических датчиков, позволяющих осуществлять температурный мониторинг кабельной линии. Недостатком данного метода является его высокая стоимость и сложности реализации. Термоиндикаторы нашли широкое применение для исследования тепловых процессов. Метод индикации температуры с помощью термочувствительных покрытий подкупает простотой, рентабельностью и широтой возможностей при измерениях. Используя этот метод для контроля состояния изоляции можно обеспечить наглядность перегретых участков. Термоиндикаторами называются вещества, изменяющие свой внешний вид при определенной температуре. Существует три основных типа термоиндикаторов:

а) термохимические композиции, изменяющие цвет при определенной температуре, называемой критической или температурой перехода;

б) композиции, плавящиеся при определенной температуре;

в) люминесцирующие композиции, яркость или цвет свечения которых зависит от температуры.

К первому типу относятся специальные покрытия, включающие термочувствительные пигменты. Композиции могут быть изготовлены в виде порошка, краски, пасты, лака, карандаша или таблетки.

Ко второму типу относятся карандаши, лаки, таблетки и т. п., содержащие компоненты, при плавлении которых они становятся прозрачными.

К третьему типу относятся люминофоры, которые либо «гаснут» при определенной температуре, либо яркость и цвет их свечения строго зависят от температуры.

По своим физико-химическим превращениям термоиндикаторы подразделяются на три группы: обратимые, необратимые и квазиобратимые.

К обратимым относятся термоиндикаторы, которые изменяя цвет при нагревании до температуры перехода или выше ее, восстанавливают первоначальную окраску при понижении температуры ниже критической.

Необратимыми являются такие, в которых при нагревании происходят необратимые процессы (химические или физические), в результате чего первоначальный цвет после последующего охлаждения не восстанавливается.

Квазиобратимыми называют термоиндикаторы, которые, изменяя свой цвет при нагревании до температуры перехода или выше, восстанавливают его при последующем понижении температуры постепенно под действием влаги. Они могут применяться многократно.

Термоиндикаторы могут быть многопозиционными, то есть обладать несколькими цветовыми переходами при определенных уровнях температуры.

В таблице 1 указаны характеристики некоторых цветовых многопозиционных термоиндикаторных веществ зарубежного и отечественного производства [3].

Таблица 1. Характеристики термоиндикаторных веществ

Торговая или фирменная марка	Диапазон измеряемых температур	Число цветовых переходов
Термоиндикаторы зарубежного производства		
“Термоколор” (США)		
2830/30	62-217	3
2830/40	62-337	4
2830/41	62-337	4
Необратимые ТИ краски “Термопейнт” (Япония)		
Ni(CNS) <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub>	127-337	3
Термоиндикаторы отечественного производства		
Термокраски (Ленинград)		
ТХИ-1	70-725	8
ТХИ-1-М1	71-670	12
ТХИ-1-М2	95-725	7
ТХИ-46	50-920	8
ТХИ-46-2М	100-915	9
ТХИ-48	50-975	10
ТХИ-48-2М	100-960	11
ТХИ-53	120-420	6

Термоиндикаторные покрытия применяют для контроля тепловых режимов электро-, радио- и электронного оборудования, индикации нагрева

режущего инструмента, исследования поверхностных температурных полей летательных аппаратов, контроля и предупредительной сигнализации средств нагрева и охлаждения, в медицине для хранения и транспортировки медикаментов [4].

Температурный диапазон указанных в таблице 1 термоиндикаторов делает их перспективными для применения в изоляции кабелей с целью обнаружения мест перегрева. Для этого необходимо разработать конструкцию кабельного изделия с применением специальных пигментных добавок – термохимических индикаторов – в поверхностный слой изоляции или оболочки кабельного изделия в процессе экструзии внешнего слоя. В этом случае добавки должны соответствовать следующим требованиям:

- изменение цвета при нагреве в зависимости от заданной температуры,
- совместимость с основным изоляционным материалом (не изменяется рабочая температура, не ухудшаются механические и электрические свойства, химостойкость, не уменьшается срок службы),
- технологичность для существующего технологического процесса (не требуется специального оборудования),
- экологичность и относительная дешевизна.

Ожидаемые положительные эффекты:

- своевременная диагностика и замена кабельных изделий с перегретой изоляцией, т. е. предотвращение отказов (повышение надежности) кабельной линии и энергообеспечения,
- снижение потерь передаваемой мощности,
- снижение экономических потерь от вынужденного простоя,
- рост привлекательности и конкурентоспособности кабельных изделий без значительного удорожания выпускаемой продукции,

Данное предложение может быть полезным для широкой номенклатуры кабельных изделий с подобными свойствами.

#### Список литературы:

1. Токовая перегрузка [Электронный ресурс] // Промышленный портал Oborudka.Ru – URL: <http://www.oborudka.ru/favorit15/24.html> (дата обращения 17.02.13)
2. Датчики температуры. [Электронный ресурс] // Группа проектов КИПИИНО. Измерительные приборы, всё о КИП – URL: <http://kipinfo.ru/info/stati/?id=179> (дата обращения 17.02.13)
3. Абрамович Б. Г. Термоиндикаторы и их применение. М., «Энергия», 1972. 224 с. с ил.
4. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. – 448 с., ил.