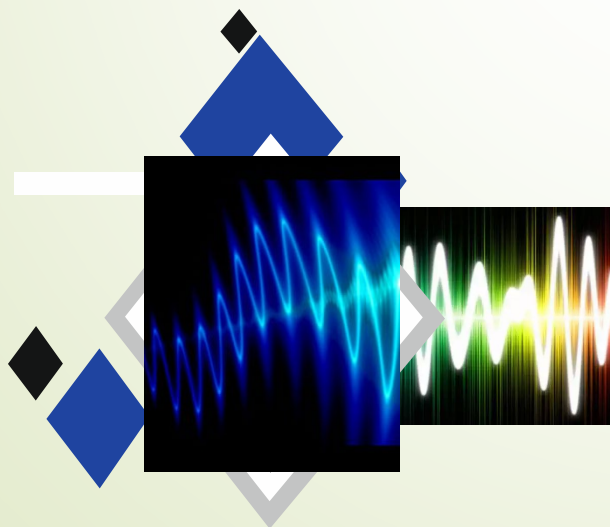


Система контроля утечки токов «КИМАТИКА-2»



В коммунальном хозяйстве и в промышленности в настоящее время нередко сталкиваются с резким ухудшением состояния инженерных систем здания, электрических машин и обогревательных кабелей на фоне увеличения энергопотребления, внедрение современных технических систем, работающих в автоматических режимах (вентиляции, кондиционирования, пожаротушения, дымоудаления и т.д.), постоянно возрастает количество компьютерной и другой офисной техники.

Анализ материалов, опубликованных в отечественной и зарубежной научно-технической литературе, а также предоставленных Международным обществом инженеров электротехники и электроники (IEEE), позволили выделить особенности состояния систем электроснабжения современных офисных зданий, прямо влияющие на техническую инфраструктуру здания, включая компьютерное и коммуникационное оборудование, систему трубопроводов здания, а также непосредственно на состояние здоровья людей.

Основными негативными факторами являются - утечки токов, которые прямым образом стимулируют коррозию металлоконструкций, выводят из строя электрические машины, а, в некоторых случаях, несут опасность для человека.

Компания КИМАТИКА предлагает систему непрерывного мониторинга состояния тока утечки объекта «КИМАТИКА-2».

При проектировании и монтаже новых систем электроснабжения зданий, а также при реконструкции старых внедряется трех- и пятипроводная схема подключения электрооборудования, то есть к фазным и нулевому рабочему проводникам добавляется нулевой защитный проводник. Практически любая неочевидная ошибка в подключении электрооборудования в этих схемах (наиболее часто встречается подключение нулевого рабочего проводника к клемме нулевого защитного, и наоборот, либо подключение под один контактный зажим обоих проводников) приводит к появлению неконтролируемого растекания токов по металлоконструкциям и трубопроводам систем водоснабжения и отопления зданий (рис.1, 2). Таким образом, ошибки монтажа электроустановок зданий можно считать основной причиной возникновения токов утечки.

Дополнительными причинами являются:

1. повреждение изоляции нулевых рабочих проводников, которое может происходить либо из-за перегрева последних, либо в результате механических повреждений;
2. ухудшение состояния контактных соединений в цепях нулевых рабочих проводников;
3. повреждение изоляции электропотребителей.

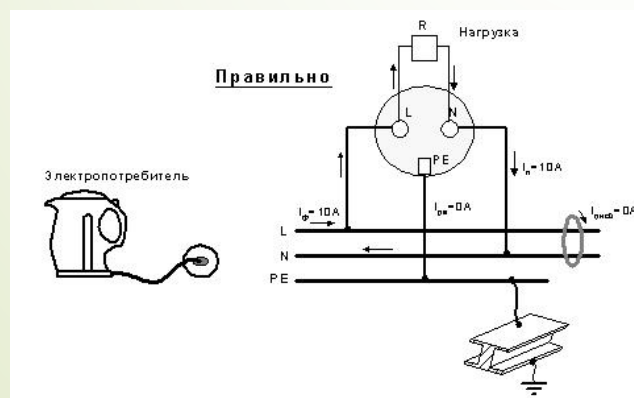


Рис.1. Правильное подключение нулевого рабочего и нулевого защитного проводников

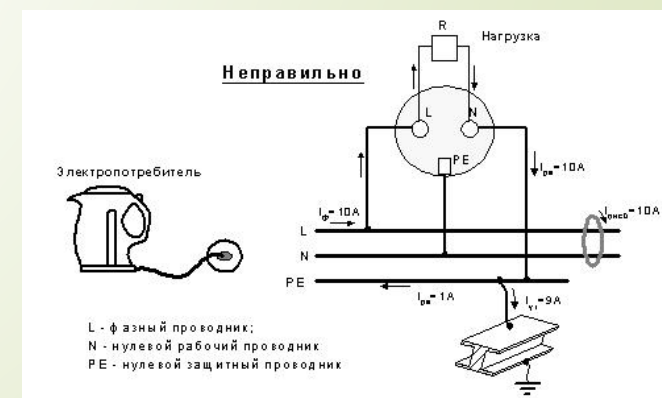


Рис.2. Неправильное подключение нулевого рабочего и нулевого защитного проводников

L - фазный проводник;
N - нулевой рабочий проводник
PE - нулевой защитный проводник

При эксплуатации электрических машин возникают перегревы кабеля и, как следствие - утечки тока. Величина утечек тока нормируется - не более 250 мА. Но большее значение утечки тока говорит о разрушении изоляции оборудования.

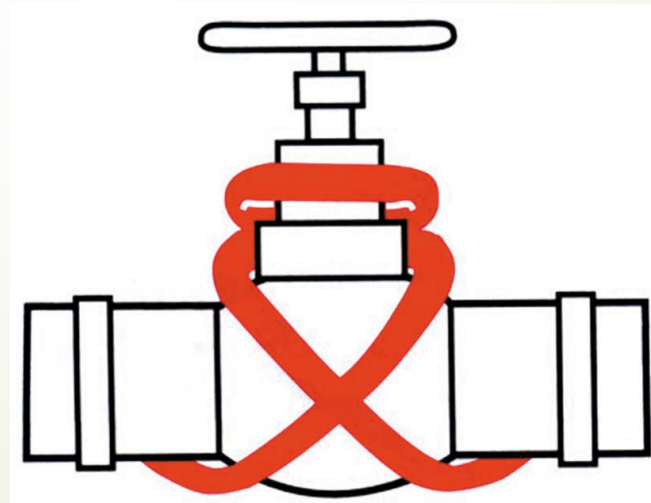
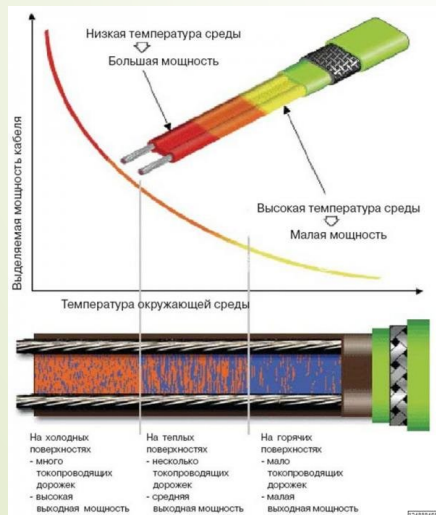
В процессе эксплуатации электродвигателей малая утечка тока - незаметна, а большая утечка тока - приводит к срабатыванию защиты. Таким образом несвоевременно замеченная утечка тока в силовой машине приведет к внезапному выходу оборудования из регламентного режима работы и повлечет внеплановые ремонты.

Система контроля утечек тока КИМАТИКА-2, внедренная на систему распределения электропитания электрических машин, позволит прогнозировать регламентные состояния работы производства и прогнозировать ремонты оборудования и кабельных сетей.



При эксплуатации обогревающих кабелей возникает задача отследить линию утечки тока для принятия своевременных мер по устранению причин. Основные трудности при этом:

1. Отсутствие мониторинга и выявления тенденций роста величины тока утечки на землю в процессе эксплуатации может привести к усложнению ремонтных работ в случае выхода из строя нагревательного кабеля в зимний период. Это также может вызвать сбои в работе технологического оборудования.
2. Специализированные контроллеры управления работой систем обогрева имеют в своем составе систему контроля, но они не всегда установлены на объекте, а также имеют ряд особенностей эксплуатации, в том числе и высокую стоимость.
3. Необходимость непрерывно выявлять тенденции роста величины тока утечки на землю, чтобы прогнозировать ремонт потенциально ненадежных линий обогрева в период летнего остановочного ремонта.



Токи утечки влияют не только на инженерные системы здания и компьютерное оборудование, но и оказывают негативное воздействие на здоровье людей. Известно, что магнитное поле в окружающем пространстве создается проводниками с током.

Установлено, что источниками электромагнитного загрязнения в промышленных и жилых зданиях, кроме паразитного излучения электромагнитного поля различными приборами, является протекание постоянных и переменных токов по металлоконструкциям и трубопроводным системам зданий; источниками таких токов практически всегда являются системы электроснабжения этих же зданий.

Кроме того, из электротехники хорошо известно, что суммарный ток по линиям питания однофазных и трехфазных нагрузок при отсутствии токов утечки тождественно равен нулю, и магнитное поле, создаваемое протекающими в таких (без утечек) кабельных линиях токами на удалении от них более 15-20 см, также пренебрежимо мало. При появлении в кабельной линии тока утечки именно этот ток создает в окружающем пространстве магнитное поле, медленно убывающее с увеличением расстояния от рассматриваемого кабеля. Диаграмма на рис 3 иллюстрирует результаты анализа характеристик источников магнитных полей.

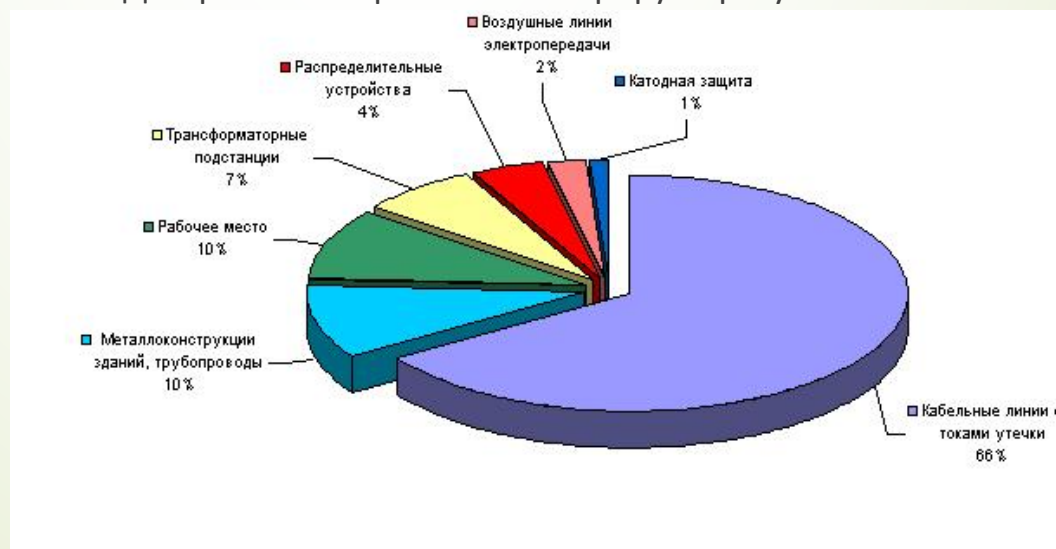


Рис.3. Распределение источников по типам от общего числа обследованных помещений

Предположение о том, что в качестве обеспечения безопасности от утечек тока необходимо применять отдельное, «чистое» заземление, является ошибочным и приводящей к выходу из строя электронных устройств, а в ряде случаев и опасной для здоровья и жизни людей.

Для того, чтобы развеять этот миф, рассмотрим простую ситуацию. Допустим что для заземления компьютерной техники в каком-либо помещении была выполнена «чистая» система заземления, т.е. все металлические корпуса компьютерной техники, сетевых и прочих устройств присоединены к выделенному контуру заземления не связанному с системой защитного заземления здания (рис.4.).

Рисунок иллюстрирует путь тока при коротком замыкании (КЗ) между фазным проводником, питающим компьютер и его корпусом, возникающее вследствие пробоя конденсатора в сетевом фильтре на входе в устройство. Обратный путь тока КЗ будет проходить через два контура: общий контур защитного заземления здания (ТП) и «компьютерное заземление». Сопротивление контура заземления трансформаторной подстанции обычно составляет не более 4 Ом, сопротивление «чистого» заземления составляет порядка 10 Ом. Поэтому, при питании оборудования напряжением 220 В максимальный ток КЗ протекающий по поврежденной линии составит:

$$I = \frac{220}{4 + 10} = 15,7 \text{ A}$$

Этого тока будет не достаточно для срабатывания автоматического выключателя, установленного на поврежденной линии. Если на линии установлен автоматический выключатель с номинальным током 16 А, то для быстрого отключения тока короткого замыкания должен сработать электромагнитный расцепитель, величина уставки которого находится в пределах от 45 до 100 А и более.

Влияние электромагнитных полей на здоровье людей

Следовательно, при протекании тока величиной 15,7 А устройство защиты просто «не поймет», что протекающий по нему ток является результатом аварийной ситуации в системе электроснабжения и не отключит поврежденную линию. При прикосновении к корпусу такого электрооборудования люди попадают под напряжение, кроме того небольшие по сечению соединительные провода и интерфейсные элементы оборудования будут интенсивно нагреваться. Нагрев происходит из-за разности потенциалов между корпусом и экранами сетевых кабелей, таким образом по ним будет протекать ток, что может привести к выходу их из строя и возгоранию. Потенциал, который будет возникать на корпусе оборудования легко подсчитать следующим образом:

следовательно, при касании человеком корпуса возникнет разность потенциалов равная 157В и через человека (сопротивление которого, в среднем, равно 1 кОм) будет протекать ток:

$$\varphi = 15,7 \cdot 10 = 157 \text{ В}$$

Хотя поражение электрическим током зависит от множества факторов (состояние нервной системы, состояние кожи и т.д.), тем не менее из расчетов очевидно, что при неотпускающем токе 20-30мА, протекающий через тело человека ток в 155мА – смертелен.

$$I = \frac{157}{1000 + 10} = 155 \text{ mA}$$

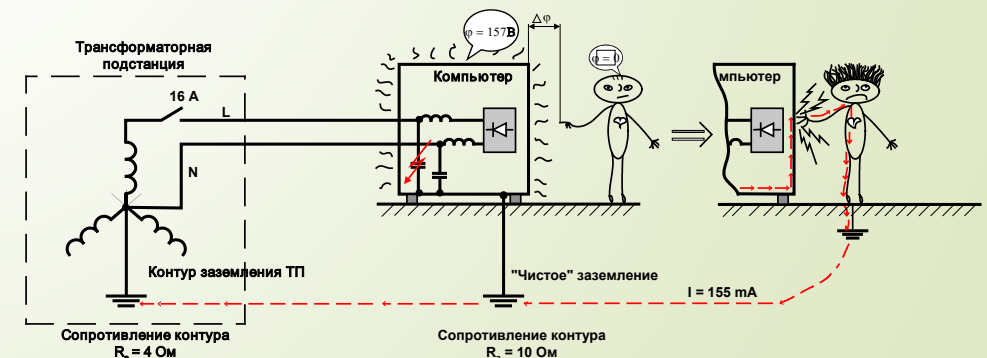


Рис. 4. Применение выделенного контура заземления на компьютерное оборудование очень опасно

Если персональный компьютер находится в помещении, по стенам, за потолком или под полом которого проходят кабельные линии с токами утечки, вызывающие повышенный уровень магнитного поля, то изображение на видеомониторе может заметно искажаться. Следует заметить, что в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» предельно допустимое значение плотности магнитного потока, создаваемого компьютером, на рабочем месте пользователя не должно превышать 0,25 мкТл в диапазоне частот 5-2000 Гц, т.е. наличие «дрожания» изображения видеомонитора свидетельствует о как минимум 2-4-х кратном превышении данных требований.

Помимо «дрожания» изображения, магнитное поле, вызванное токами утечки по кабельным линиям, а также протеканием токов по металлоконструкциям и трубопроводам здания, при определенных условиях может индуцировать в проводниках информационных кабелей переменные токи промышленной частоты. Таким образом, даже при правильно выполненной системе заземления информационного оборудования, в пределах какого-либо, отдельно взятого участка локальной вычислительной сети, наличие вышеописанных проблем в других частях здания с большой долей вероятностью может привести к сбоям в работе компьютерных систем по всему зданию.

Таким образом, утечки токов по системе заземления здания приводит к ряду негативных последствий, как для компьютерных систем, так и для систем электроснабжения в целом.

Влияние токов утечки на выполнение современных требований по обеспечению пожаро- и электробезопасности в зданиях

Наличие токов утечки по кабельным линиям не позволяет использовать современные средства обеспечения пожарной и электробезопасности — устройства защитного отключения, предписанные Государственными стандартами Российской Федерации, инструктивными письмами Главгосэнергонадзора РФ и Главного управления государственной противопожарной службы МЧС России. С 1 июля 2000 г. введено в действие новое (7 издание) раздела 6 и глав 7.1 и 7.2 раздела 7 «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)». В частности, в нем указывается на необходимость установки устройств защитного отключения, обеспечивающих требуемый в настоящее время уровень обеспечения электро- и пожаробезопасности, и, как следствие, недопустимость наличия токов утечки в системах электроснабжения зданий.

С помощью системы контроля утечек тока КИМАТИКА-2 можно анализировать состояние существующей кабельной проводки и оборудования потребителя с целью модернизации кабельных сетей и приведение их к нормам ПУЭ.

Применение комплекса контроля утечек тока на новых системах распределения питания позволяет мониторить процессы их старения и прогнозировать ремонты.

Действие токов утечки на трубопроводные системы приводит к тем же последствиям, что и коррозионное действие постоянных и переменных блуждающих токов. В ходе измерения токов, протекающих по внутренним трубопроводам систем отопления и водоснабжения зданий, было зафиксированы значения от 0,1 до 18,2 А (рис. 5.)

На основании экспертных заключений Всероссийского НИИ Коррозии и Ассоциации разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса, можно сделать вывод о прямой корреляции между скоростью коррозии внутренних трубопроводов зданий и величиной протекающих по ним переменных и постоянных токов.

Исходя из существующего положения дел, можно сделать выводы о том, что причиной ускоренной точечной коррозии труб в 98 % случаев является протекание по ним тока.

При замене металлических труб на пластиковые решается вопрос об устранении их электрохимической коррозии, но одновременно может существенно возрасти нагрузка на нулевые рабочие проводники и в значительной степени увеличиться сопротивление петли «фаза-нуль», что приводит к уменьшению величины токов короткого замыкания.

Таким образом, утечки токов могут привести к недопустимому увеличению сопротивления и/или отгоранию нулевых рабочих проводников, вследствие чего напряжение у потребителей наименее нагруженных фаз резко возрастает, что приводит к несрабатыванию устройств защиты от коротких замыканий (автоматических выключателей) вследствие возникшего после замены труб несоответствия уставок автоматических выключателей и уменьшившихся величин токов короткого замыкания.

Примечание: ПУЭ допускает использование водопроводных труб в качестве защитного заземляющего проводника. Поэтому в целях обеспечения электробезопасности при замене металлических труб на пластиковые требуется особенно тщательная проверка наличия заземления и зануления и измерения величины сопротивления в этих цепях.

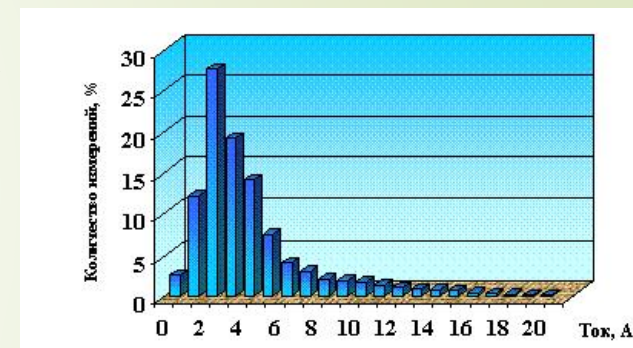


Рис. 5. Гистограмма распределения зарегистрированных токов по внутренним трубопроводам зданий



Рис 6. Индикатор

Система непрерывного контроля утечек тока состоит из датчика тока утечки и вторичного преобразователя.

Система выводит значение тока утечки:

- На цифровой индикатор;
- На регистратор;
- На внешний контроллер.

Достоинства

1. Непрерывное измерение тока утечки с выводом сигнализации о пороговых значениях;
2. Не требуется перекоммутации электрических соединений;
3. Встраивается в существующие распределительные устройства;
4. Возможность построения многоканальной системы сбора данных на АРМ оператора или панель управления;
5. Доступная цена.

Система непрерывного контроля токов утечки КИМАТИКА-2



Рис 7. Датчик утечки тока и вторичный преобразователь

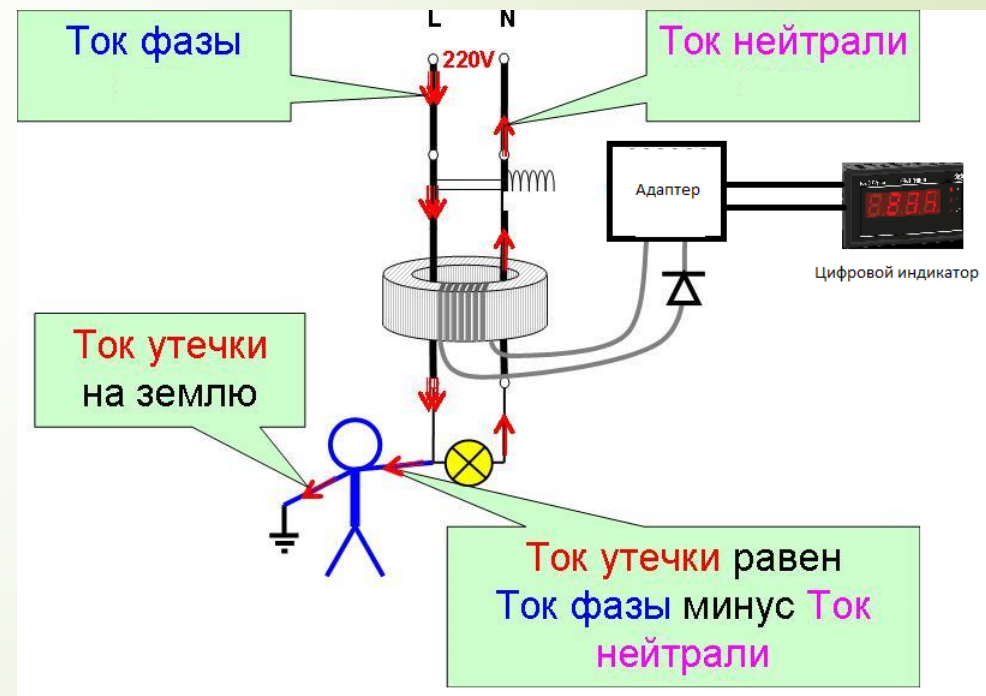


Рис. 8. Способ измерения тока утечки