

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Мигалев И. Е., Клепиков А.С. – студенты, Титов Е.В. – инженер,

Воробьев Н.П. – д.т.н., профессор,

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время в России действует ряд нормативных документов [1-3], которые устанавливают предельно допустимые уровни электромагнитного излучения (ЭМИ), воздействующего на население и рабочий персонал. Однако более информативным и удобным для восприятия параметром является допустимое время пребывания человека в различных зонах помещения в условиях влияния результирующего электромагнитного поля независимо от уровней и частотных спектров отдельных электрических и магнитных составляющих. Это время может использоваться в качестве критерия оценки степени опасности электромагнитной обстановки в помещениях. Для определения допустимого времени должна быть выявлена наиболее опасная составляющая поля в данной области помещения.

В Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова (АлтГТУ) разработана методика определения допустимого времени пребывания человека в зонах помещений с различными источниками ЭМИ. Сущность методики заключается в предварительном измерении электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля возле источников ЭМИ в действующем спектре частот и последующем компьютерном моделировании электромагнитной обстановки в помещении.

Параметры электромагнитного поля могут быть измерены с помощью специальной аппаратуры, например, приборами: СТ-01 – для измерения статического электрического поля, ПЗ-50 – переменного электрического и магнитного полей частотой 50 Гц, ПЗ-41 – переменного электрического и магнитного полей высокой частоты.

Напряженность электростатического поля, напряженность электрического и магнитного переменных полей, а также плотность потока энергии электромагнитного поля измеряются на расстоянии 10 см от каждой внешней поверхности каждого источника излучения. Измерения на большем расстоянии и в других зонах проводить нецелесообразно из-за невозможности контроля всех точек пространства помещения.

Полная картина электромагнитного поля в помещении может быть получена путем компьютерного моделирования, например, с помощью программного комплекса FemLab [4]. В процессе моделирования задаются размеры исследуемого помещения и расположение источников ЭМИ. Расчет проводится методом конечных элементов, когда вся моделируемая среда разбивается на небольшие участки различной конфигурации. По нормируемым значениям характеристик ЭМИ [1-3] производится переход от параметров электромагнитного поля к допустимому времени пребывания человека в каждой точке помещения, тем самым формируется картина электромагнитной безопасности (рисунок 1).

Эта картина позволяет оценить степень опасности пребывания людей в различных зонах помещений в течение заданного времени, а также обосновать мероприятия по обеспечению электромагнитной безопасности.

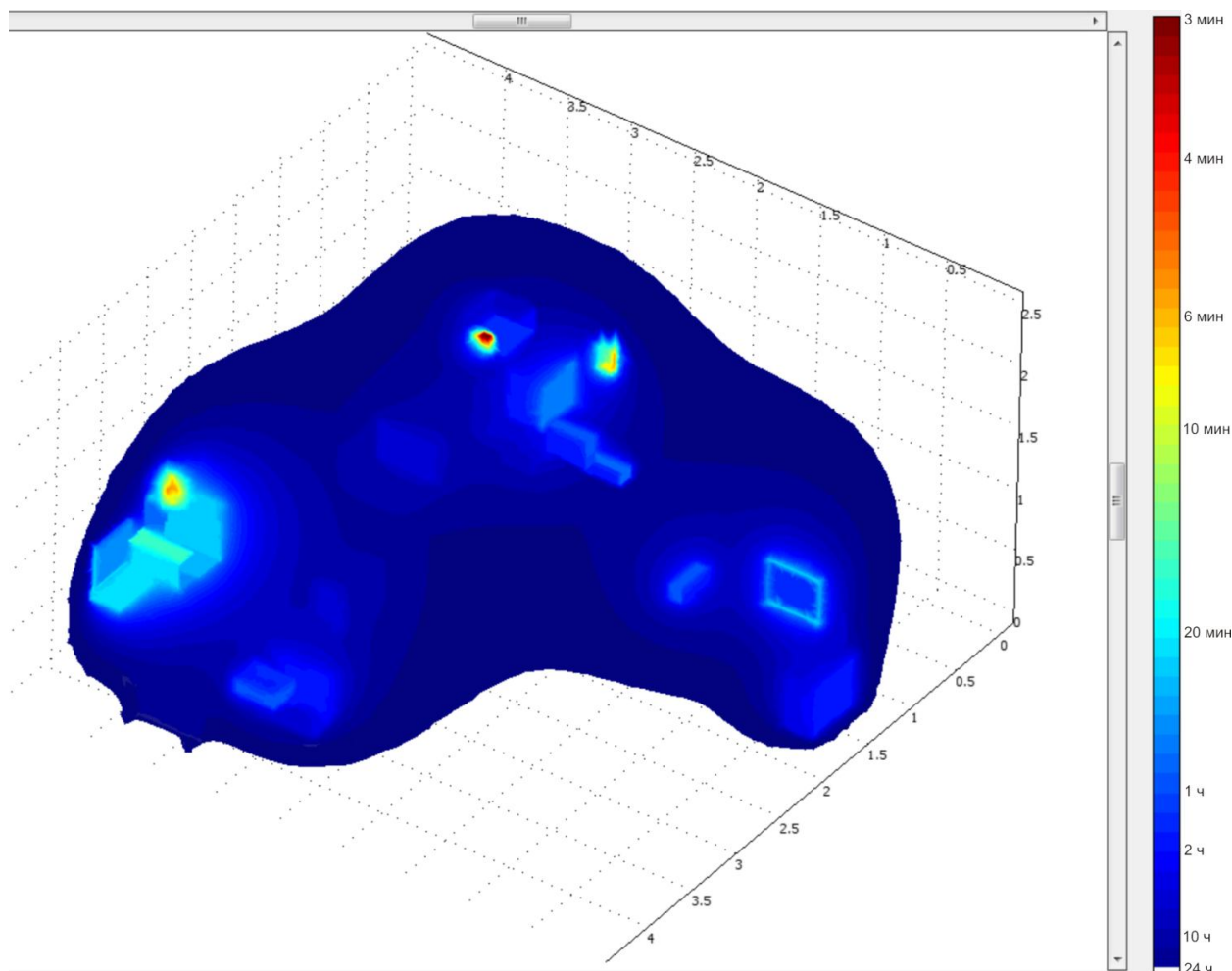


Рисунок 1 – Формирование картины электромагнитной безопасности

Литература

1. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09. Электромагнитные поля в производственных условиях [Текст]. – Введ. 2009–05–15. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 15 с.
2. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям [Текст]. – Введ. 2001–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 13 с.
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Текст]. – Введ. 2003–06–30. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.
4. Femlab 2.3. [Электронный ресурс] / под общ. ред. В. Е. Шмелева и В. Д. Лебедева [подраздел 5.11]. – Электрон. текстовые дан. – СПб. : В. Е. Шмелев "Заметки по использованию системы FEMLAB" и В. Е. Шмелев "FEMLAB 2.3. Замечания по версии", 2008. – Режим доступа : <http://matlab.exponenta.ru/femlab/book1>, свободный. – Загл. с экрана.

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ РЕСУРСА ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В ЗДАНИЯХ

Макаровский А. Л. – студент, Воробьев Н. П. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Определение интенсивности старения изоляционных конструкций и своевременное принятие мер по поддержанию свойств изоляционных материалов на установленном уровне являются важнейшими задачами эксплуатационного персонала. Особенно это актуально для

электропроводки 0,38 кВ, проложенной в зданиях и сооружениях в связи с тем, что каждый пятый пожар, а это составляет 20% всех пожаров в России, происходит из-за электроустановок [1]. Это обусловлено тем, что в стране эксплуатируется огромное количество зданий, построенных 20, 30, 40 и более лет назад, в которых, как правило, электропроводка не менялась никогда и о состоянии ее судить трудно, поскольку она скрыта под слоем штукатурки, в бетоне, в стенах, в полу, фундаменте, потолке и т.д.

В соответствии с ГОСТ Р 50571.28-2006 (МЭК 60364-7-710:2002), определяющим периодичность замера сопротивления изоляции электропроводки и ее состояния в зданиях и сооружениях, измерение сопротивления изоляции и визуальный осмотр должны проводиться не реже одного раза в год. [2]

Состояние электропроводки в значительной степени зависит от состояния электрооборудования, контактных (скрытых и открытых) соединений и параметров среды помещений. Все эти параметры необходимо контролировать.

По состоянию на сегодняшний день нами не выявлено аналитических обзоров современных методов и средств контроля остаточного ресурса электропроводки в зданиях и сооружениях. Не выявлено методов определения остаточного ресурса электропроводки на основе нечеткой логики, а также методов выделения информативных параметров измерительных приборов для контроля остаточного ресурса электропроводки в зданиях и сооружениях.

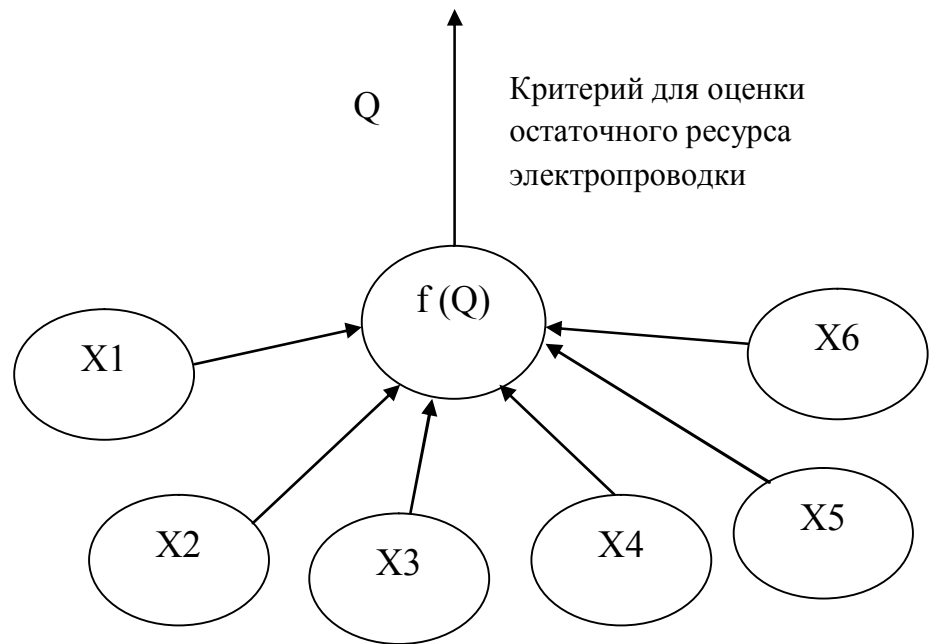
Задачей исследования является выявление наиболее эффективных средств измерения состояния электропроводки и обоснование способа получения информации об ее остаточном ресурсе.

Для контроля параметров электропроводки используют различные методы и измерительные приборы [3, 4]. Каждый из приборов в отдельности не обеспечивает получение полной информации о действительном состоянии электропроводки. Например, прибор MPI-511 может контролировать сопротивление изоляции, но не измеряет коэффициенты абсорбции и поляризации. Кроме того, упомянутые приборы выдают разнородную информацию о степени старения электропроводки, которую трудно интерпретировать и обрабатывать [5].

Решение проблемы нами видится в использовании пакета Fuzzy Logic программы Matlab [6]. В частности, нами разработана система нечеткой логики для оптимального выбора приборов контроля остаточного ресурса электропроводки. На основании посчитанных рейтингов выявлено шесть наиболее конкурентоспособных приборов, каковыми являются 3102H EurotestXE 2.5кВ, MI 2123, MIC-1000, MPI-511, MZC-300 и ЭКО-200.

Для определения остаточного ресурса электропроводки предлагается система нечеткой логики, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

Каждый параметр из перечисленных на рисунке 1 может измеряться несколькими приборами, но принципиальное отличие приборов в том, что они базируются на разных принципах измерений. Сопротивление изоляции может быть измерено приборами 3102H EurotestXE 2.5кВ, MI 2123, MIC-1000 и MPI-511, ток утечки - прибором MIC-1000, активное сопротивление петли короткого замыкания - приборами MPI-511, ЭКО-200 и MZC-300, активное сопротивление соединений - приборами MPI-511 и MZC-300, коэффициенты абсорбции и поляризации - приборами 3102H EurotestXE 2.5кВ и MIC-1000.



Q – критерий для оценки остаточного ресурса электропроводки; $f(Q)$ - окружность – свертка влияющих факторов, осуществляемые посредством логического вывода по нечетким базам знаний; влияющие факторы: $X1$ – сопротивления изоляции; $X2$ – ток утечки; $X3$ – активное сопротивление петли короткого замыкания; $X4$ – активное сопротивление соединений; $X5$ – качество изоляции по показателю коэффициента поляризации (неудовлетворительное, хорошее, отличное); $X6$ – качество изоляции по коэффициенту абсорбции (неудовлетворительное, хорошее, отличное)

Рисунок 1 – Структурная схема нечеткой логики, для определения остаточного ресурса электропроводки.

Таким образом, проведенный анализ состояния научно-технических разработок в области контроля состояния электропроводки свидетельствует о том, что этой проблеме в настоящее время уделяется большое внимание, как в России, так и за рубежом. Наиболее интересные работы в этой области проводятся фирмами Metrel и Sonel. Наибольшее внимание уделяется контролю остаточного ресурса электропроводки.

Реализация предложенной методики для выявления оптимальных средств измерения состояния электропроводки и метода определения остаточного ресурса электропроводки с помощью пакета программы Matlab Fuzzy Logic позволит повысить достоверность получения информации об остаточном ресурсе электропроводки в зданиях.

Литература

1. Измерители параметров изоляции [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2010]. – Режим доступа://www.eliks.ru/product/kip/mi.htm. - Загл. с экрана.
2. Периодичность электроизмерений [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2010]. – Режим доступа:// elektroas.ru/kakaya-periodichnost-elektroizmerenij-v-uchrezhdeniyax-zdaniyach. - Загл. с экрана.
3. Худяков, Д.А. Совершенствование диагностирования увлажнения изоляции асинхронных двигателей в сельском хозяйстве за счет контроля емкостного сопротивления [Текст] : дис. ... канд. ист. наук : 05.20.02 : защищена 22.01.08 : утв. 15.07.08 / Худяков Денис Александрович. – Саратов, 2008. – 139 с. – Библиогр.: с. 130–135.

4. Измерение сопротивления изоляции [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2006]. – Режим доступа: [//megommetr.ru/component/page,shop.product_details/ category_id,14/flypage,shop.flypage /product_id,29/option,com_virtuemart/Itemid,34/](http://megommetr.ru/component/page,shop.product_details/category_id,14/flypage,shop.flypage/product_id,29/option,com_virtuemart/Itemid,34/). - Загл. с экрана.

5. Измерители параметров изоляции [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2010]. – Режим доступа: [//www.terra-nsk.ru/lybrary/izmeriteli-parametrov-izolyatsii](http://www.terra-nsk.ru/lybrary/izmeriteli-parametrov-izolyatsii). - Загл. с экрана.

6. Штовба С.Д. Fuzzy Logic Toolbox - Проектирование систем управления. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Exponenta.ru. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2006]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/index.php>. - Загл. с экрана.

СНИЖЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ ОТ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Лаврова Е.В. – студент, Компанеец Б.С. – аспирант
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одной из важных проблем при эксплуатации электроустановок является обеспечение их пожарной безопасности. Причиной пожара часто является короткое замыкание (КЗ). Однако, необходимо учитывать, что пожар возникает при неэффективном действии электрической защиты.

Решение проблемы обеспечения безопасности электроустановок зданий возможно при использовании новой технологии предупреждения пожаров, разработанной в Алтайском государственном техническом университете (АлтГТУ). Технология основана на оптимизации структуры и параметров электрической защиты по результатам количественной оценки ее эффективности.

Оценка противопожарной эффективности электрической защиты производится на основе учета пережигającego эффекта электрической дуги, как правило, возникающей КЗ. Температура в месте действия дуги достигает 5...8 тыс. градусов, что аналогично воздействию электросварки. При этом провода могут пережигаться быстрее, чем сработает защита, что эквивалентно ее отсутствию и неконтролируемому протеканию пожароопасных процессов, связанных с развитием электрической дуги, искрообразованием, воспламенением изоляции и других горючих материалов и т.п.

Причиной возможного пережигания проводов до срабатывания защиты является относительно большая величина переходного сопротивления в точке КЗ, вследствие чего в месте контакта возникает повышенное тепловыделение. Под действием теплоты, выделяемой в переходном контакте, происходит мгновенный разогрев, плавление и испарение металла вблизи точки касания. При определенной силе тока происходит образование и разбрызгивание раскаленных частиц. Оплавление проводников в зоне КЗ вызывает разрыв в цепи и возникновение дугового разряда, при котором на большой длине оплавляется и испаряется металл проводников, что при определенном времени существования КЗ может вызвать загорание изоляции или других горючих материалов, находящихся в зоне действия дуги.

Оценка последствий КЗ возможна на основе сопоставления характеристик срабатывания аппаратов защиты (предохранителей или автоматических выключателей) и характеристик пережога электропроводки электрической дугой и расчета разработанных в АлтГТУ показателей пожарной опасности КЗ [1].

Для реализации предложенной технологии предупреждения пожаров в АлтГТУ разработан программный комплекс «СКЭД-380» [2].

В процессе многочисленных расчетов показателей пожарной опасности КЗ электроустановок зданий, выполненных с помощью программного комплекса, выявлена целесообразность уточнения получаемых результатов за счет учета:

- изменения сопротивления проводников из-за нагрева током КЗ;

- наличия зон разброса характеристик защитной аппаратуры и характеристик пережога электропроводки;

- надежности электрозащитной аппаратуры;

- оценки остаточного ресурса электропроводки и вероятности возникновения КЗ.

Учет теплового действия тока КЗ, при расчетах пожарной опасности объекта, позволяет существенно снизить погрешность расчетов и выявить участки с недопустимым нагревом, где КЗ может привести к возгоранию изоляции на протяжении всего участка.

Наличие больших зон разброса времени срабатывания аппаратов защиты, заданных производителями, ставит вопрос о уточнении характеристик срабатывания аппаратов защиты, путем их предварительных испытаний.

При выходе из строя основной защиты и срабатывании резервирующей увеличивается время действия КЗ и степень опасности будет зависеть от того, в зоне электромагнитного или теплового расцепителей работает резервирующий аппарат.

Вероятность возникновения КЗ зависит от остаточного ресурса электропроводки, который можно оценить при помощи следующих критериев:

- активного сопротивления изоляции;

- коэффициента абсорбции, характеризующий степень увлажненности изоляции;

- коэффициента поляризации, характеризующий степень износа электропроводки;

- емкостного тока утечки через изоляцию.

Учет перечисленных показателей позволяет снизить степень неопределенности исходных данных при расчете показателей пожарной опасности КЗ и повысить эффективность технологии предупреждения пожаров.

Литература

1. Сошников, С.А. Критерий оценки пожарной опасности коротких замыканий в электроустановках до 1000 В/ С.А. Сошников // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). - Челябинск: Изд-во «Челябинская межрайонная типография». - 2006.- 400 с. (С. 68 -70).

2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610714. Расчет пожарной опасности дуговых коротких замыканий (СКЭД-380) / Дробязко О.Н., Сошников С.А., Гусельников С.С., Нефедов С.Ф. // Заявка № 2005613451; дата поступления 26.12.2005 г.; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 22.02.2006.

ОЦЕНКА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ НАЛИЧИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

Фуголь С.А. – студент, Компанеец Б.С. – аспирант

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Оценка противопожарной эффективности электрической защиты может проводиться по критериям пожарной опасности коротких замыканий (КЗ) [1].

В основу создания таких критериев положено следующее. Возникающая при КЗ электрическая дуга может воспламенить изоляцию или другие горючие материалы, что приводит к развитию пожара. Пожарная опасность дуговых КЗ усугубляется при возникновении явления пережога проводников. Температура в месте действия дуги достигает нескольких тысяч градусов, что аналогично воздействию на проводник электросварки. Пережог проводника сопровождается растягиванием электрической дуги, оплавлением и испарением металла проводников, разбрызгиванием раскаленных частиц.

Провода могут пережигаться быстрее, чем срабатывает защита, что эквивалентно ее отсутствию и неконтролируемому протеканию пожароопасных процессов, связанных с развитием электрической дуги, искрообразованием, воспламенением изоляции и других

горючих материалов. Степень пожарной опасности дуговых КЗ можно характеризовать возможностью пережога проводов электрической сети до срабатывания защиты с помощью показателей пожарной опасности КЗ.

Одним из таких показателей является коэффициент незащищенности участка электрической сети для *i*-го вида КЗ.

Очевидно, что чем меньше величина такого показателя, при прочих равных условиях, тем меньшую пожарную опасность представляет данный вид КЗ на этом участке, и, соответственно, тем лучше он защищен.

На основе этого показателя строится показатель, характеризующий пожарную опасность пережога в сети в целом (и, соответственно, эффективность системы электрической защиты) для *i*-го вида КЗ.

Используя коэффициент незащищенности электрической сети, можно определить показатель пожарной опасности *i*-го вида КЗ для всей электрической сети рассматриваемого объекта. Это показатель характеризует количественную противопожарную эффективность электрической защиты.

При наличии резервирования можно рассматривать 3 варианта функционирования основной и резервной защиты для различных диапазонов токов КЗ. Рассмотрим процесс функционирования электрической защиты конкретного объекта электроснабжения, выполненной на базе автоматических выключателей. Электрическая сеть 380/220 В объекта имеет 6 участков, заданных топологическими координатами: иерархической нумерацией от начала сети (1), охватывающей все участки, с учетом радиального принципа построения схемы электроснабжения (1.1, 1.2 ...). При этом внутренняя сеть представлена участками 1.1.1 – 1.1.4.

В первом варианте основной и резервирующий аппараты защиты работают в зоне действия тепловых расцепителей. Во втором варианте основной аппарат работает в зоне действия электромагнитного, а резервирующий в зоне действия теплового расцепителя. В третьем варианте основной и резервирующий аппараты защиты работают в зоне действия электромагнитных расцепителей.

Первый вариант характерен для удаленных электроустановок с малыми токами КЗ. Времена срабатывания основной и резервной защиты для этого случая существенно отличаются. В случае несрабатывания основного аппарата защиты общее время отключения увеличивается в 5 - 8 раз, что приводит к дополнительным перегрузкам оборудования. Показатели пожарной опасности возрастают практически в два раза.

Второй вариант встречается наиболее часто, так как резервирующий аппарат для обеспечения селективности имеет, как правило, уставку на 1-2 ступени выше основного. Работа автоматического выключателя в зоне электромагнитного расцепителя обеспечивает малое время отключения, поэтому в случае его отказа длительность аварийного режима увеличивается в сотни раз и, соответственно, возрастает негативное действие тока КЗ. При этом показатели пожарной опасности возрастают в 3-5 раз.

Третий вариант возможен при больших значениях токов КЗ. В этом случае при отказе основной быстродействующей защиты в работу вступает быстродействующая резервирующая защита. При этом время срабатывания увеличивается незначительно, но показатели пожарной опасности возрастают существенно, в частности, интегральный показатель возрастает в 2-3 раза, но при этом абсолютное изменение показателей незначительно, в отличие от двух предыдущих вариантов. Это вызвано различиями характеристики автоматических выключателей разных ступеней защиты.

Таким образом, для рассмотренных ситуаций резервная защита даже при условии ее работы в зоне действия электромагнитного расцепителя обладает достаточно низкими показателями противопожарной эффективности, несмотря на выполнение функции отключения КЗ.

Представленная методика может использоваться для расчетов пожарной опасности коротких замыканий с учетом надежности электрической защиты, в том числе, при оценке рисков возникновения пожаров от электротехнических причин.

Литература

1. Сошников, С.А. Критерий оценки пожарной опасности коротких замыканий в электроустановках до 1000 В/ С.А. Сошников // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). - Челябинск: Изд-во «Челябинская межрайонная типография».- 2006.- 400 с. (С. 68 -70).

2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610714. Расчет пожарной опасности дуговых коротких замыканий (СКЭД-380) / Дробязко О.Н., Сошников С.А., Гусельников С.С., Нефедов С.Ф. // Заявка № 2005613451; дата поступления 26.12.2005 г.; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 22.02.2006.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДУГОВОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Коновалов Н.А. – студент, Полухин О.В. – инженер
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Разработанная в АлтГТУ технология обеспечения пожарной и электрической безопасности, базирующаяся на автоматизированных методах выявления пожароопасных участков системы электроснабжения и выбора параметров защиты, для своего функционирования требует значений предельных характеристик пережога проводников электрической дугой короткого замыкания (КЗ). В качестве таких характеристик рассматривается время пережога и соответствующая величина тока КЗ [1].

Существующие математические модели дугового КЗ не позволяют получить точных значений характеристик пережога расчётным путём. Это обусловлено неизбежными допущениями, предопределёнными отсутствием данных о характере распределения плотности тока в основании дуги, сведений о зависимости теплофизических параметров материала контактирующих поверхностей от температуры дуги и др. [2].

В целях формирования баз данных по характеристикам пережога различных типов электропроводок разработан метод исследования дугового КЗ. В основе метода лежит физическое моделирование дугового КЗ с использованием экспериментальной установки, позволяющей в автоматизированном режиме проводить контролируемые испытания электропроводки.

Основными преимуществами данного метода являются:

- возможность получения незатухающей электрической дуги за счет создания зоны образования искусственного короткого замыкания, содержащей специальный технологический слой по техническому решению RU 2249826 С2;
- автоматизация процесса получения данных;
- возможность исключения влияния аperiodической составляющей тока короткого замыкания, искажающей результат измерения при малой длительности дугового разряда;
- повышение точности за счет проведения измерений непосредственно в процессе короткого замыкания;
- возможность исследования пережигаящего эффекта при длительности дугового разряда менее одного полупериода.

Экспериментальная установка представляет собой информационно-измерительную систему, которую условно можно разделить на экспериментальную электрическую цепь и систему сбора и обработки информации.

Экспериментальная цепь содержит следующие составные части:

- силовой трансформатор напряжением 10/04 кВ;
- ограничивающий манганиновый резистор с дискретно регулируемым сопротивлением;
- испытательный стол с зоной образования искусственного КЗ;
- коммутатор, осуществляющий функцию замыкания экспериментальной цепи в определенный момент времени и последующего автоматического размыкания через 1; 2 или 3 с при углах отключения 0; 2,5; 5 и 7,5 мс;
- ручной размыкатель, для обеспечения безопасности при проведении опыта;
- блок питания.

Система обработки информации и управления включает:

- персональный компьютер, предназначенный для фиксации результатов опытов и управления проведением опытов;
- блок сопряжения, предназначенный для согласования сигналов между ПЭВМ и блоком цифровой обработки и управления;
- блок цифровой обработки и управления, выполняющий аналого-цифровое преобразование входного сигнала и координирующий работу других блоков по сигналам с ПЭВМ;
- блок аналоговой обработки сигнала, осуществляющий первичное преобразование сигнала;
- блок питания;
- специализированное программное обеспечение.

Центральным элементом блока управления и преобразования является микроконтроллер АТМega16, осуществляющий функции управления блоком сопряжения, аналого-цифрового преобразования сигнала и обмена информацией с компьютером.

Полная функциональная схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

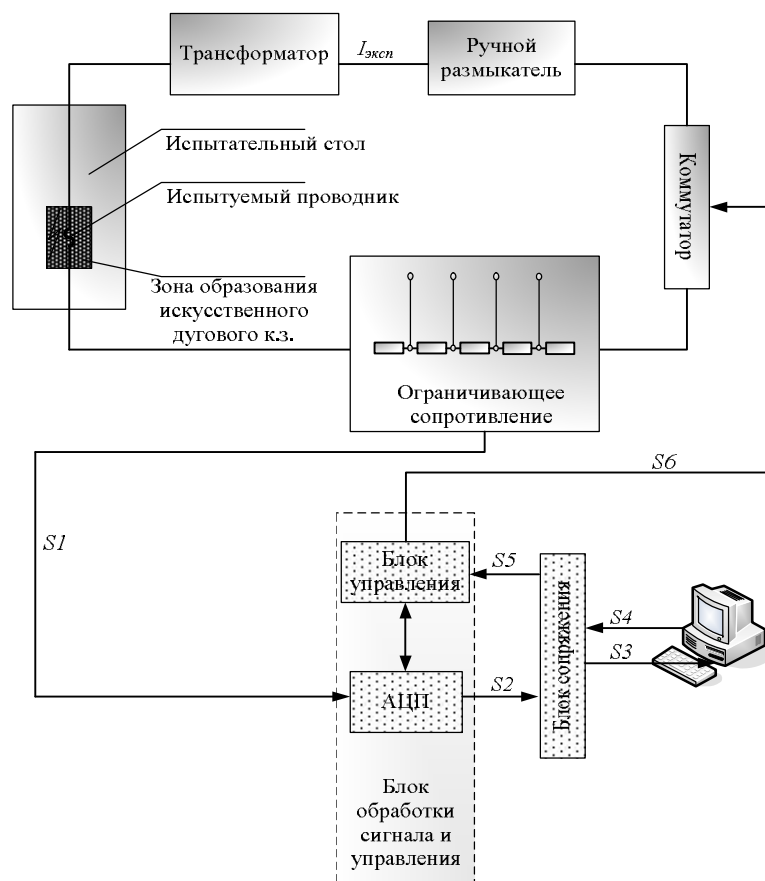


Рисунок 1 - Функциональная схема экспериментальной установки

В начальный момент времени экспериментальная цепь разомкнута. Замыкание цепи предусмотрено с помощью коммутатора. Ручной размыкатель замкнут. Он служит для размыкания экспериментальной электрической цепи в случае наступления какой-либо нештатной ситуации, либо в случаях, оговоренных в инструкции по эксплуатации аппаратного модуля. Начало опыта инициируется сигналом с ПЭВМ (S5).

Сигнал на начало опыта передается через блок сопряжения на блок управления блока цифровой обработки и управления (S6). Блок управления выдает сигнал на коммутатор (S7), а также, взаимодействует с АЦП. Коммутатор, получив запускающий сигнал, замыкает экспериментальную электрическую цепь. Трансформатор обеспечивает необходимый диапазон значений силы тока. В каждом конкретном опыте величина тока регулируется с помощью ограничивающего манганинового резистора с дискретно регулируемым сопротивлением.

После замыкания коммутатора в экспериментальной электрической цепи протекает ток КЗ. В зоне образования искусственного КЗ в месте замыкания испытуемого проводника на контактную поверхность возникает устойчивая электрическая дуга. В фиксированные моменты времени с заданной дискретностью, напряжение, пропорциональное току КЗ снимается с сигнального сопротивления (S1). Далее это напряжение поступает в блок аналоговой обработки сигнала. С блока аналоговой обработки сигнал (S2) подается в АЦП блока цифровой обработки и управления. Двоичный код (S3), пропорциональный значению аналогового сигнала, через блок сопряжения поступает на параллельный порт ПЭВМ (S4) и далее фиксируется в базе данных характеристик пережога.

Опыт заканчивается разрывом цепи при разрушении (пережоге) испытуемого проводника либо размыканием коммутатора.

Определенные с помощью устройства пережога характеристики пережога, являются входными величинами в моделях расчета вероятностей возникновения пожара на объекте из-за коротких замыканий.

Литература

1. Никольский, О.К. Комплексная система обеспечения безопасности электроустановок сельских населенных пунктов. Методические и практические рекомендации [Текст]/О.К. Никольский, А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, Т.В. Еремина, С.А. Сошников, Ю.С. Лукьянов, С.Н. Серов, Б.С. Компанец, С.Ф. Нефедов, О.В. Полухин; под ред. А.А. Сошникова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011.-112 с.
2. Полухин, О.В. Исследование характеристик пережога электропроводки электрической дугой при коротком замыкании [Текст] / О.В. Полухин, А.А. Сошников // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2009.- № 5.- С. 17-18.

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПЕРЕЖОГА ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ТОКОМ ДУГОВОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Лабаскин И. П. – студент, Полухин О. В. – инженер
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В промышленно развитых странах, в том числе и в России, доля пожаров от электрических изделий ежегодно составляет от 15 до 25 %. По данным ФГУ ВНИИПО МЧС России из всех видов электротехнической продукции первое место по числу пожаров с большим опережением занимают провода и кабели, а основной причиной пожаров являются короткие замыкания (КЗ)[1].

Причиной КЗ в электропроводах чаще всего является нарушение изоляции токопроводящих частей вследствие её старения, механических повреждений или воздействия агрессивных сред. Разработка рекомендаций по эксплуатации электроприборов, создание новых средств защиты и диагностики аварийных режимов и последующее их внедрение может резко сократить количество пожаров и случаев электротравматизма.

Проектирование электрической защиты, учитывающей фактор дугового КЗ, возможно на основе сопоставления характеристик срабатывания аппаратов защиты и характеристик пережога электропроводки электрической дугой. В качестве таковых рассматривается время пережога и соответствующая величина тока КЗ.

Исследования по определению характеристик пережога проводят на основе физического моделирования. Однако, таким путем невозможно получить требуемые характеристики для всех ситуаций, сопровождаемых дуговыми КЗ. Например, проблематичным является исследование междофазных КЗ из-за высокой опасности возникающих сверхтоков. Кроме того, возможны ситуации возникновения КЗ при неточечной площади соприкосновения проводников, изменения параметров электрической дуги в процессе КЗ и т.п. Поэтому представляет значительный интерес теоретическое получение характеристик пережога на основе математического описания электрической дуги, как физического явления и уточнения полученной модели с помощью экспериментальной установки.

Получение достоверных характеристик пережога расчетным (аналитическим) путем на сегодняшний день затруднено, ввиду отсутствия строгого математического описания электрической дуги как физического явления. Однако, зависимость времени пережога проводника от величины тока КЗ может быть получена, исходя из допущения о электрическом взрыве жидкой перемычки проводниковых материалов, возникающем в зоне КЗ, в соответствии с подходом, предложенным в [2].

Условием взрыва перемычки является равенство: $Q_{II} = Q_{исп}$, где Q_{II} – количество теплоты, выделившееся в перемычке за время короткого замыкания; $Q_{исп}$ – количество теплоты, необходимое для испарения перемычки. Причем Q_{II} определяется равенством:

$Q_{II} = \frac{2\rho}{\pi d_{эл}^2} I_K^2 l_K \tau_K$, где ρ – удельное сопротивление жидкого металла, Ом·м; l_K – длина перемычки в момент взрыва, м; τ_K – длительность короткого замыкания, с; $d_{эл}$ – диаметр электрода, м.

Диаметр перемычки d , характерный для взрывного процесса, выражается формулой, м:
 $d = 2\sqrt{\frac{I_K}{\pi J}}$, где J – плотность тока в начале взрывного процесса, обычно $J = (1...5) \cdot 10^7$ А/см² [2].

Количество теплоты, необходимое для испарения перемычки $Q_{исп}$ определяется выражением: $Q_{исп} = \frac{\pi d^2}{4} l_K q_n \gamma$, где q_n – удельная теплота фазового превращения металла, Дж·кг⁻¹; γ – плотность расплавленного металла, кг·м⁻³ [2].

Таким образом время процесса короткого замыкания τ_K можно определить:
 $\tau_K = \frac{\pi q_n \gamma d_{эл}^2}{2\rho I_K J}$ [2].

Результаты расчетов с использованием данных зависимостей для алюминиевых и медных проводов приведены на рис. 1

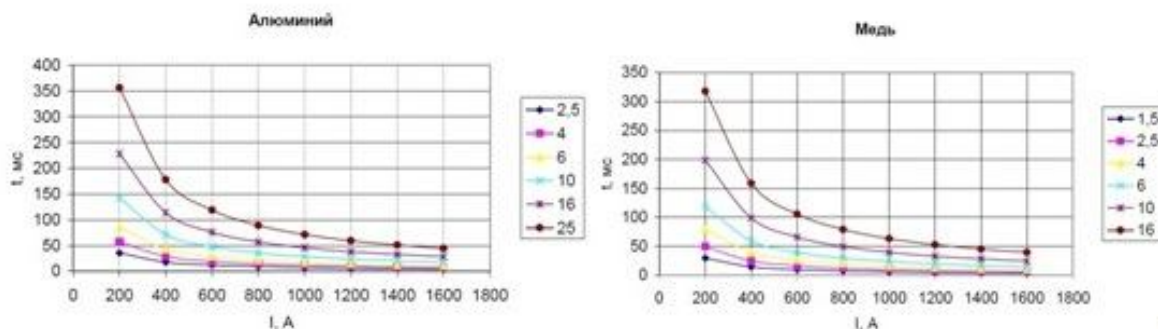


Рис. 1 - Результаты расчетов для алюминиевых и медных проводов

При сравнении этих характеристик с экспериментальными, полученными в процессе проведения предварительных исследований в АлтГТУ, установлено, что степень расхождения для отдельных значений превышает 50 - 70 %. Причиной таких различий является отсутствие достаточно строгого математического описания электрической дуги. В частности, не учитывается характер распределения и динамика изменения плотности тока в основании дуги, механизм перемещения дуги по поверхности токопроводящих жил, сведения о зависимости теплофизических параметров материалов контактирующих поверхностей от температуры дуги и др. В то же время аналогичный характер кривых, полученных в процессе теоретических и экспериментальных исследований, дает основание принять за основу представленное математическое описание характеристики в процессе уточнения теоретической модели.

Литература

3. Смелков Г. И. Анализ статистических данных о пожарной опасности электрических изделий// Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009. - № 1.
4. Смелков Г. И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. – М.: Энергоатомиздат, 1984.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Нефедов С.Ф. – аспирант

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время разработаны основы теории систем обеспечения электробезопасности (СОЭБ) электроустановок зданий, включающей методологические подходы к описанию СОЭБ; математические модели, описывающие процесс функционирования СОЭБ и методы оптимизации СОЭБ. Центральную роль в рассматриваемой теории играют математические модели электробезопасности.

Выделяются так называемые базовые математические модели электробезопасности. Такие модели описывают взаимодействие группы людей с группой электроустановок в помещении, в котором действует некоторая техническая СОЭБ. Базовые модели позволяют выполнять количественную оценку эффективности системы электробезопасности с помощью специальных показателей, оценивающих остаточную опасность электропоражений людей при учете действия системы электробезопасности [1,2]. На основе указанных моделей были построены алгоритмы и программы для ЭВМ [3], позволяющие реализовывать моделирование.

На протяжении последних лет математические модели СОЭБ непрерывно развивались и совершенствовались в направлениях повышения точности моделирования и расширения сфер их использования.

Важным направлением повышения точности моделирования является более точный учет механизмов электропоражения человека. До недавнего времени при моделировании электропоражений учитывался эффект неотпускания, состоящий в том, что при определенных значениях тока, протекающего через тело человека, он рефлекторно сжимает открытую проводящую часть (ОПЧ), находящуюся под напряжением, и через некоторое время гибнет от удушья.

Вместе с тем в конце 90-х годов профессором А.И. Якобсом было предложено учитывать при моделировании электробезопасности эффект отдергивания руки, состоящий в том, что при касании человеком ОПЧ, оказавшейся под напряжением, человек рефлекторно отдергивает руку за некоторый интервал времени длительностью от 0,2 до 0,7с.

Несмотря на то, что такое положение не является официально признанным в нормативных документах, его следует считать более распространенным на практике, поскольку эффект неотпускания может возникнуть только при определенной геометрической форме ОПЧ, допускающей ее обхват ладонью руки.

Построение математических моделей, описывающих эффект отдергивания руки, было выполнено в [1]. На основе модели построен алгоритм и программный модуль, реализующий такой эффект.

Другим направлением повышения точности моделирования (адекватности моделей) следует считать учет в них неопределенности части исходных данных, используемых при моделировании.

Для построения таких математических моделей нами был использован аппарат теории нечетких множеств, в частности, нечетких чисел. Кроме того, была учтена и интервальная неопределенность части данных.

При моделировании был использован алгоритм, реализующий расчет показателей эффективности СОЭБ при задании перечня исходных данных, представляющих собой определенные величины (в том числе и некоторые вероятности) [4].

Моделирующий алгоритм предусматривает выполнение серии расчетов показателей эффективности для заданного варианта исходных данных. Расчеты выполняются для двух границ интервалов достоверности нечеткого числа для каждого уровня достоверности. Такие точки определяются по треугольной функции принадлежности. Результаты расчетов

описываются в виде нечетких чисел. На основе моделирующего алгоритма нами была разработана соответствующая программа для ЭВМ [5].

Рассмотренное направление моделирования является важным для практики в связи с невозможностью получения группы достоверных исходных данных, позволяющих решать задачи оценки эффективности и выбора перспективных (оптимальных) вариантов конкретных СОЭБ в помещениях.

Вторым направлением развития моделей является расширение сфер их использования. Одним из таких направлений явилась сфера образовательных учреждений. Была поставлена задача разработки методов оценки уровня электробезопасности в таких учреждениях. Для ее решения в АлтГТУ были использованы базовые математические модели. На их основе были построены модели, позволяющие учитывать опасность электропоражений учащихся (студентов) и преподавателей при их “движении” по классам (аудиториям) в соответствии с учебным расписанием [6].

Базовые математические модели были использованы и при оценке электробезопасности людей, работающих с нестационарными электроустановками.

Таким образом, в настоящее время в рамках АлтГТУ осуществляется непрерывное развитие математических моделей электробезопасности, составляющих ядро теории систем обеспечения электробезопасности электроустановок зданий.

Литература

1. Дробязко, О.Н. Оптимальные стратегии создания систем безопасности электроустановок агропромышленного комплекса [Текст] дис. ... докт. техн. наук : 05.20.02 : защищена 22.12.06 : утв. 7.09.07 / Дробязко Олег Николаевич. – Барнаул, 2006. – 395 с. – Библиогр.: с. 330-349.

2. Системы безопасности электроустановок зданий / О.К. Никольский, А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, В.С. Германенко, Л.В. Тен, А.Л. Тен, Э.Ф. Аунапу, Г.Н. Москаленко. - Барнаул, 2004.-82 с. В кн. Правила устройства, эксплуатация и безопасность электроустановок. – Нормативно-технический сборник. -Барнаул, 2004.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2009614829. Электробезопасность 380/220 (ЭБ 380/220) [Текст] / Дробязко О.Н., Нефедов С.Ф. // Заявка № 2009613691; дата поступления 13.07.2009 г.; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 07.09.2009 г.

4. Нефедов, С.Ф. Построение оптимальных систем безопасности электроустановок зданий с учетом степени неопределенности исходной информации / С.Ф. Нефедов, О.Н. Дробязко // Механизация и электрификация сельского хозяйства .-2009.-№ 5.-С. 6-7.

5. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2010610102. Электропожаробезопасность 380/220 Н (ЭПБ 380/220 Н) / Дробязко О.Н., Нефедов С.Ф. // Заявка № 2009615789; дата поступления 20.10.2009 г.; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.01.2010.

6. Сошников, А.А. Количественная оценка состояния электробезопасности в образовательных учреждениях/ А.А. Сошников, О.Н. Дробязко [Текст] // Ползуновский вестник, -2009, -№4.-С.34.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЦЕХА №6 ОАО «АПЗ»РОТОР»

Фатнев И.С. – студент, Куликова Л.В. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Энергетическое обследование промышленного предприятия – это деятельность, направленная на системный поиск возможностей экономии энергии и финансовых затрат в процессе потребления энергии. Существующая нормативно-правовая база [1 - 6] предусматривает проведение обязательных энергетических обследований. Связывая практику энергосбережения с принудительным анализом состояния и работоспособностью энергетических установок, законодательство устанавливает необходимость внешнего,

независимого, компетентного и конфиденциального обследования предприятия. Такое сочетание свойств этой непростой операции может быть достигнуто при следующих условиях:

- обследование проводится по правилам, построенным на основе объявленной государственной энергосберегающей политики;
- эксперты, выполняющие энергетическое обследование предприятия, комплектуются из лиц, профессионально обученных, имеющих достаточный стаж практической, научной, инженерной деятельности;
- результаты энергетического обследования не могут являться основанием для применения санкций, за исключением случаев, определенных законодательством;
- оплата труда экспертов, проводящих энергетическое обследование предприятия, должна осуществляться в независимой организации по заранее согласованным ставкам;
- сведения, полученные в ходе обследования, не должны передаваться третьей стороне иначе, как с согласия обследуемого предприятия;
- персонал обследуемого предприятия оказывает максимальное содействие в работе бригады экспертов;
- программа обследования согласовывается сторонами.

Целью энергетического обследования является получение достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявление возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

При проведении энергетического обследования системы электроснабжения, электропотребления и режимов работы технологического оборудования выполнен следующий комплекс мероприятий:

- выполнен анализ лимитов и фактического потребления электроэнергии за последние 2 года;
- выполнен анализ схемы электроснабжения организации с учетом перспективы развития (вновь вводимых мощностей и отключения потребителей), технического состояния электрооборудования, внутренних и внешних электрических сетей и системы электрического освещения;
- составлен перечень и характеристика электрооборудования;
- выполнена оценка состояния электроснабжающего и потребляющего электроэнергию оборудования и электрических сетей;
- проведен анализ загрузки и режима работы электрооборудования и сетей электроснабжения по результатам;
- выполнен расчет потерь электроэнергии в системе электроснабжения;
- проведен анализ суточных и месячных графиков нагрузки и потребления электроэнергии;
- выполнен анализ состояния коммерческого и технического учета;
- проведены выборочные контрольные измерения;
- выполнен анализ фактических и нормативных удельных расходов электроэнергии (на 1 кв. м площади, на одного человека);
- составлен расчетно-нормативный баланс электроэнергии;
- разработаны мероприятия по результатам анализа полученной информации по рациональному использованию электрической энергии.

Перечень рекомендуемых мероприятий по энергосбережению следующий:

- выполнить компенсацию реактивной мощности;
- произвести замену светильники на современные и энергоэффективные осветительные установки;
- установить телемеханическую систему учета электроэнергии;
- выполнить частотное регулирование мощных электродвигателей;

– улучшить показатели качества электроэнергии: реализовать мероприятия по стабилизации напряжения.

На первом этапе реализации энергосберегающих мероприятий были выбраны малозатратные и соответственно быстроокупаемые, а именно:

- установить конденсаторные батареи для компенсации реактивной мощности;
- произвести замену светильники на современные и энергоэффективные осветительные установки;
- установить телемеханических систем учета электроэнергии.

Литература

1. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

3. Федеральный закон № 315-ФЗ от 01.12.2007 г. «О саморегулируемых организациях»

4. Распоряжение Правительства РФ № 1715-р от 13.11.2009 г. «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года».

5. Приказ Министерства регионального развития РФ № 273 от 07.07.2010 «Методика расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях».

6. Приказ Министерства экономического развития РФ № 61 от 17.02.2010 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Беспятов М.С. – студент, Куликова Л.В. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Энергетическая безопасность России в рамках современного развития в большей степени определяется успешным решением проблем, связанных с вопросами энергосбережения и энергоэффективности. В соответствии с действующим законодательством [1] организации и предприятия всех форм собственности проводят энергетическое обследование в добровольном порядке, а организации и предприятия, указанные в ст.16 [1] обязаны организовать и провести первое энергетическое обследование в период с 18 ноября 2009 года до 31 декабря 2012 года, при этом последующие энергетические обследования необходимо проводить не реже чем один раз каждые пять лет.

Энергосбережение – это реализация правовых, организационных, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг и пр.).

Энергетическая эффективность – это характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

Энергетическое обследование – это сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности,

выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- 1) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 3) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 4) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 5) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

Системность и комплексность реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности возможна только при эффективно организованном процессе. Разработанная структурная схема комплекса мероприятий по реализации энергосбережения, представлена на рисунке 1, позволяет полностью охватить весь спектр необходимых мероприятий, а также составить энергетический паспорт, разработать программу по энергосбережению.

Литература

1. Федеральный закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».



Рисунок 1 - Структурная схема мероприятий по реализации энергосбережения