УДК 696.6.001.5:004.42

**СИСТЕМА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ**

**Воробьев Н.П.,Гончаренко Г.А.**

*Россия, г. Барнаул, АлтГТУ*

**Рыжикова Е.Ю.**

*Россия, г. Орел, ГУ «ОрелРЦЭ»*

Рассмотрена разработка метода оценки и прогнозирования остаточного ресурса в условиях неопределенности исходных данных и его программная реализация, позволяющие обеспечить своевременное принятие мер по недопущению аварий в электропроводках зданий и сооружений.

Working out of a method of an estimation and forecasting of a residual resource in the conditions of uncertainty of the initial data and its program realisation is considered, allowing to provide timely acceptance of measures on a non-admission of failures in electroconductings of buildings and constructions.

В процессе эксплуатации в результате воздействия раз­личных факторов, режимов и условий работы исходное техническое состояние электропроводки непрерывно ухудшается, возрастает вероятность возникновения замыканий и пожаров.

Пожарная опасность обусловлена спецификой окружающей среды, в которой на электропроводку, помимо электрической нагрузки, действуют химически активные элементы, повышенная влажность, циклические колебания температуры, приводящие к более интенсивному старению изоляции.

В связи с чем нами произведено обоснование необходимости учета влияющих факторов при создании системы нечеткой логики, определяющей остаточный ресурс электропроводки (таблица 1).

Таблица 1 - Обоснование необходимости учета влияющих факторов при создании системы нечеткой логики, определяющей остаточный ресурс электропроводки

|  |  |
| --- | --- |
| Влияющие факторы, контролируемые приборами, и полученные экспертно (марка прибора) | Обоснование необходимости учета влияющих факторов при создании системы нечеткой логики, определяющей остаточный ресурс электропроводки |
| Измерение целостности цепей испытательным током 7 мА или 200 мА (MPI - 525) | При плохих контактных соединениях происходит нагрев изоляции, вследствие чего уменьшается нормативный срок ее службы. Используя испытательный ток 7 или 200 мА, получают более точные данные измерения. |
| Измерение сопротивления изоляции цепей "фаза-ноль" и "фаза-фаза"(MPI-525) | Сопротивления изоляции цепей "фаза-ноль" или "фаза-фаза" изменяется в процессе эксплуатации электропроводки, влияя тем самым на остаточный ее ресурс. |
| Измерение сопротивления контактных соединений(MPI-525) | При перегреве расположенного вблизи контакта участка изоляции электропроводки, установочного электрооборудования, проводникового материала ограничивается ресурс электропроводки. |
| Измерение сопротивления цепи "фаза- защитный проводник PE"( MPI-525) | Сопротивления цепи "фаза- защитный проводник PE" изменяется в процессе эксплуатации электропроводки, влияя тем самым на остаточный ее ресурс. |
| Проверка параметров УЗО(MPI - 525) | УЗО, входит в состав электропроводки (если оно установлено), и несоответствие его параметров паспортным данным приводит к продолжительным токовым перегрузкам в электропроводке и к снижению остаточного ее ресурса. |
| Измерение полного сопротивления линии и контура (MPI - 525) | Сопротивление проводникового материала линии и контура определяет качество электропроводки. Чем выше это сопротивление, тем меньше остаточный ресурс электропроводки.  |

Окончание таблицы 1

|  |  |
| --- | --- |
| Влияющие факторы, контролируемые приборами, и полученные экспертно (марка прибора) | Обоснование необходимости учета контролируемого параметра при создании системы нечеткой логики, определяющей остаточный ресурс электропроводки |
| Измерение сопротивления заземляющих устройств (MPI - 525) | При большом сопротивлении заземляющего устройства происходит задержка времени отключения нагрузки, что уменьшает ресурс электропроводки. |
| Интегральное функциональное состояние ЭП | Оценка состояния электропроводки [1], базируется на декомпозиции функций и конструкций технического устройства, вводе единой шкалы уровней состояний и переходе от элементов конструкций и элементарных функций к интегральным оценкам. |
| Автоматическое распознание и выбор фазного или междуфазного напряжения при вычислении ожидаемого тока короткого замыкания (MZC - 200) | Большой кратковременный ток КЗ приводит к нагреву изоляции и, как следствие, ухудшению ее свойств, а также к сокращению остаточного ресурса электропроводки. За счет автоматического выбора фазного или междуфазного напряжения обеспечивается более точное вычисление тока короткого замыкания. |
| Вычисление коэффициента абсорбции(MIC – 1000) | Коэффициент абсорбции *К*абс лучше всего определяет увлажнение изоляции:- если *K*aбc< 1,25 изоляция является несоответствующей;- если *K*aбc<1,6 изоляция является хорошей;- если *K*aбc> 1,6 изоляция является превосходной.  |
| Вычисление коэффициента поляризации(MIC – 1000) | Для оценки состояния изоляции и остаточного ресурса используют коэффициент поляризации (*К*пол), который характеризует ток сильно замедленных поляризаций (связанных с изменением структуры диэлектрика):- если *К*пол< 1 изоляция является опасной;- если *К*пол =1 ... 4 изоляция является нормальной;- если *К*пол> 4 изоляция является превосходной.  |

Упомянутые в таблице 1 приборы выдают разнородную информацию о состоянии остаточного ресурса электропроводки, которую трудно интерпретировать и обрабатывать. Часть параметров по таблице 1 представлена числовыми значениями, а часть – нечеткими числами. Так, в таблице 2 приведены параметры электропроводки, измеряемые различными приборами.

Таблица 2 - Единицы измерения и способы оценки параметров электропроводки

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры электропроводки, измеряемые приборами (MIC-1000, MPI-525 и MZC-200) | Единицы измерения и способы оценки параметров электропроводки |
| Измерение целостности цепей испытательным током 7 или 200 мА | Ом |
| Вычисление ожидаемого тока короткого замыкания (при автоматическом распознании и выборе фазного или междуфазного напряжения) | А |
| Проверка параметров УЗО | Соответствует, не соответствует или отсутствует |
| Коэффициент значимости суммарного сопротивления контактов в общем суммарном сопротивлении линии | $k\_{знач}= \frac{\sum\_{}^{}R\_{кон}}{\sum\_{}^{}R\_{лин}+\sum\_{}^{}R\_{кон}}$, где *R*кон – сопротивление контактного соединения, *R*лин – сопротивление одного участка линии. |
| Измерение сопротивления заземляющих устройств | Ом |
| Измерение сопротивления изоляции цепей "фаза-ноль" или "фаза-фаза" | Ом |
| Измерение сопротивления цепи "фаза- защитный проводник PE" | Ом |
| Измерение сопротивления соединений заземлителей с заземляемыми элементами  | Ом |
| Качество изоляции по показателю коэффициента поляризации | Изоляция: плохая, хорошая и превосходная |
| Качество изоляции по коэффициенту абсорбции | Изоляция: плохая, хорошая и превосходная |
| Интегральное функциональное состояние электропроводки | 0-1 по методике, изложенной в [1] |

В связи с чем для определения остаточного ресурса электропроводки нами предложена система нечеткой логики, структурная схема которой приведена на рисунке 1. В таблице 3 приведено описание влияющих факторов к рисунку 1.



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

Нормализатор предназначен для перевода измеренных четких влияющих факторов с различными пределами изменений в диапазон от -50 до 50 для работы с пакетом Fuzzy Logic программы Matlab.

Таблица 3 – Описание влияющих факторов по рисунку 1

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение влияющего фактора | Описание влияющего фактора |
| N | Нормализатор |
| Х1 | Вычисление ожидаемого тока короткого замыкания (при автоматическом распознании и выборе фазного или междуфазного напряжения) |
| X2 | Измерение целостности цепей испытательным током 7 или 200 мА |
| X3 | Измерение сопротивления изоляции цепей "фаза-ноль" и "фаза-фаза" |
| X4 | Измерение сопротивления цепи "фаза - защитный проводник PE" |
| X5 | Коэффициент значимости суммарного сопротивления контактов в общем суммарном сопротивлении линии  |
| X6 | Измерение сопротивления соединений заземлителей с заземляемыми элементами и устройствами выравнивания потенциалов |
| X7 | Измерение сопротивления контактных соединений |
| X8 | Проверка параметров УЗО |
| X9 | Качество изоляции по показателю коэффициента поляризации |
| X10 | Качество изоляции по коэффициенту абсорбции |
| X11 | Интегральное функциональное состояние электропроводки (по методике, изложенной в [1])  |
| Y1, Y2, Y3, Y4 | Промежуточные корни дерева – логические свертки |
| Q | Корень дерева – остаточный ресурс электропроводки |

Разработанный метод оценки и прогнозирования остаточного ресурса в условиях неопределенности исходных данных и его программная реализация позволят обеспечить своевременное принятие мер по недопущению аварий в электропроводках зданий и сооружений.

Литература

1. Черкасова Н.И. Способ диагностики электропроводок зданий / Н.И. Черкасова // Вестник Красноярского государственного аграр­ного университета. – Красноярск, 2012. – Вып. 11. - С. 171-176.

**Воробьев Николай Павлович**,д.т.н., доцент, кафедра «Электрификация производства и быта», профессор Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Тел. служ. (385-2) 36-71-29, тел. моб. 8-961-999-93-04, *vnprol51p@ya.ru*.

**Гончаренко Георгий Александрович**, аспирант каф. электрификации производства и быта Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46, тел. (83852) 36-71-29.

**Рыжикова Елена Юрьевна,** специалист ГУ«ОрелРЦЭ», тел. 8 (4862) 419830.