

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ И ДОБАВОЧНЫХ ПОТЕРЬ В ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10/0,4 кВ

*Шамралиев И. И., Кадиева А. К.*

*Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова  
Токмоцкий технический институт*

*В данной статье рассматриваются актуальные на данный момент времени вопросы по сбережению электрической энергии в силовых трансформаторах с напряжением 10/0,4 кВ, эксплуатирующимися длительное время в сельских районах Кыргызской Республики.*

*Подробно рассмотрены причины возникновения различного рода потерь появляющихся в процессе работы данных трансформаторов, а также представлены различные способы их устранения.*

Силовые трансформаторы являются одним из самых важных и ответственных основного электрооборудования электрических станций, подстанций электроэнергетических систем и промышленных предприятий, оказывающих значительное внимание на экономичность и надежность электроснабжения.

Конструктивной основой любого силового трансформатора является магнитопровод (сердечник) на котором устанавливаются обмотки, крепления отводов, переключатели и другие элементы конструкции силового трансформатора.

Магнитопровод набирается из изолированных друг от друга листов электротехнической стали и представляет собой магнитную цепь силового трансформатора. Передача мощности от одной обмотки к другой происходит электромагнитным путем, при этом часть мощности, поступающей к трансформатору из питающей электрической сети, теряется в трансформаторе. Потерянную часть мощности называют потерями. [1]

Потери мощности в трансформаторе являются одной из характеристик экономичности конструкции трансформатора. Полные нормированные потери, которые относятся к основным состоят из потерь холо-

стого хода (ХХ) и потерь короткого замыкания (КЗ). При холостом ходе когда, ток протекает только по обмотке, присоединенной к источнику питания, а в других обмотках тока нет, мощность потребляемая от сети, расходуется на создания магнитного потока холостого хода, т.е на намагничивание магнитопровода.[2]

Потери в стали, зависят не только от мощности трансформатора, типа стали, но и от качества соответствующих производственных операций при сборке трансформатора. Например, применяемая сейчас практически для всех трансформаторов холоднокатаная сталь весьма чувствительна к механическим воздействиям. Даже при резке и штамповке происходит ухудшение магнитных свойств стали в зоне резки. Удары по стали, перегибы пластин, наклеп легко нарушают ориентацию кристаллов, увеличивают удельные потери и намагничивающую мощность. Опыт показывает, что удельные потери в стали трансформатора в 1,3 – 1,5 раз выше, чем в исходном материале.

При проведение ремонтных работ магнитопровода трансформатора, т.е при расшихтовке и повторной шихтовке его верхнего ярма, сталь может очень легко повредиться. Именно на этих операциях, сборщик должен проявлять особую осторожность и аккуратность при обращении с пластинами стали, не допуская механических повреждений. Чем осторожнее обращается сборщик с пластинами, тем меньше потери холостого хода в собранном трансформаторе [3].

Для силовых трансформаторов, находящихся в эксплуатации длительное время, потери холостого хода, в большинстве случаев, превышают значение, полученные при заводских испытаниях. Связано это с тем, что затрачиваемая в процессе перемагничивания электрическая энергия выделяется в виде тепла, что и приводит к нагреванию сердечника и других элементов силового трансформатора. Повышение температуры сердечника в течении длительного времени способствует структурным изменениям, называемыми процессами строения, в результате чего ухудшаются магнитные свойства электротехнической стали ( в частности увеличиваются потери холостого хода).

Анализ проведенных исследований паспортных и фактических данных потерь холостого хода силовых трансформаторов различной номинальной мощности, находящихся в эксплуатации 30 лет и более , на одном из предприятий электрических сетей Павлодарской области показал, что с увеличением срока службы силовых трансформаторов сверхустановленного, потери холостого хода увеличиваются и могут превышать 50 – 60% от каталожных данных [ 1].

Имеющиеся по силовым трансформаторам информация указывает на то, что в настоящее время большая часть потребительских трансформаторов, эксплуатирующихся в подстанциях сельскохозяйственного назначения, имеет срок службы, намного превышающий нормативы (25 лет).

Из-за практической невозможности замены всех отработавших нормативный срок силовых трансформаторов, связанной, в первую очередь, с отсутствием на предприятиях необходимых денежных, актуальной проблемой на сегодняшний день является поддержание работоспособности и дальнейшее продление их срока службы, а также снижение электрических потерь [1]. Одним из современных способов уменьшения потерь, применяемый в некоторых Российских энергетических предприятиях, является бесконтактная лазерная обработка поверхности пластин магнитопровода с помощью  $\text{CO}_2$ , которая позволяет значительно снизить удельные потери в стали [4].

В трансформаторах кроме основных потерь в обмотках и стали, в процессе эксплуатации, возникают потери, называемых добавочными.

Добавочные потери помимо снижения коэффициента полезного действия, вызывают значительные местные перегревы. Установлено, что градиент добавочных потерь с увеличением мощности трансформаторов растет быстрее по сравнению с ростом основных потерь, поэтому в трансформаторах большой мощности добавочных потерь становятся соизмеримыми и даже превосходят основные потери [5].

Роли добавочных потерь в трансформаторах в настоящее время в связи с быстрым ростом количества и мощности потребителей придается большое значение. Одной из основных причин возникновения добавочных потерь, являются вихревые токи, называемые магнитными потоками рассеяния в обмотках трансформатора, а также потоки нулевой последовательности, появляющиеся в стенках бака металлических элементах конструкции в трехфазном трансформаторе со схемой соединения обмоток « звезда – звезда с нейтральным проводом», при несимметрии нагрузок по фазам.

Поля рассеяния помимо добавочных потерь в обмотках, вызывают потери в стелках бака, прессующих кольцах, ярмовых балках и других элементах конструкции трансформатора. При равномерном распределении магнитодвижущих сил поток рассеяния пойдет вдоль обмоток, достигнет прессующего кольца и нижней консоли ярмовой балки и затем замкнется через стержень и через стенку бака трансформатора[6].

При неравномерном распределении нагрузок по фазам трехфазной системы, потери электроэнергии больше, чем при симметричной нагрузке. Равномерность загрузки фаз должна быть обеспечена в первую очередь за счет правильного распределения однофазных и трехфазных нагрузок по фазам. Вторым мероприятием для уменьшения в сетях напряжением до 1000 вольт является установка различных симметричных устройств, устанавливаемых в электрической сети или непосредственно на эксплуатируемый. Экономическая целесообразность второго мероприятия определяется соотношением между затратами на установ-

ку симметрирующего устройства, и стоимостью сэкономленной электроэнергии в результате устранения асимметрии нагрузки.

Мероприятия по выравниванию нагрузки фаз целесообразно проводить в трансформаторах, нагруженных более чем на 30% номинальной мощности, иначе неравномерностью нагрузки можно пренебречь, так как, нагрузочные потери незначительно превышают потери холостого хода [7].

Одним из способов симметрирования фазных напряжений является замена (при выполнении капитального ремонта) стального бака трансформатора на алюминиевый. Это позволяет уменьшить потери от потоков нулевой последовательности и тем самым увеличить к.п.д. трансформатора [8].

Величина добавочных потерь от потоков рассеивания которые по мере приближения к стенкам бака быстро затухают, и в следствии этого в стенки бака проникает не более 10% полного потока рассеивания менее значительна, чем от потоков нулевой последовательности, поэтому последние рассмотрим более подробно.

Магнитное поле при несимметричной нагрузке можно в линейном приближении представить в виде суммы полей, образованных токами прямой, обратной и нулевой последовательности. Токи прямой последовательности, в первичной и вторичной обмотках уравновешивают друг друга не полностью. За счет некомпенсированных частей первичных токов прямой последовательности, представляющих собой намагничивающие токи  $I_{A+} + I_{A1}$ ,  $I_{B+} + I_{B1}$ ,  $I_{C+} + I_{C1}$ , образуется симметричная система потоков прямой последовательности  $\Phi_{A1}$ ,  $\Phi_{B1}$ ,  $\Phi_{C1}$ . Эта система потоков обладает всеми свойствами потоков в симметрично нагруженных трехфазных трансформаторах, особенно существенно, что сумма этих потоков равна нулю[9].

$$\Phi_{A2} + \Phi_{B1} + \Phi_{C2} = 0 \tag{1}$$

И, следовательно, они могут свободно замыкаться в магнитопроводе любого типа.

Тоже самое можно сказать, и о системах потоков обратной последовательности в первичной и вторичной обмотках. Эти токи также не полностью уравновешивают друг друга и образуют симметричную систему потоков обратной последовательности:

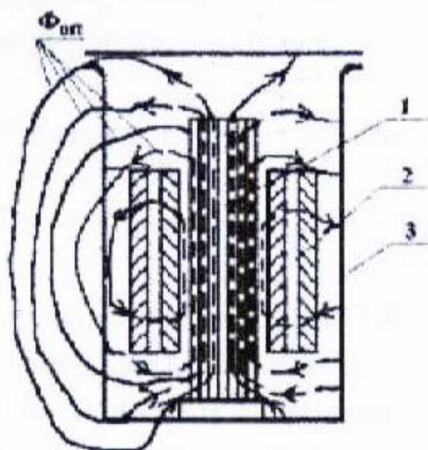
$$\Phi_{A2} + \Phi_{B2} + \Phi_{C2} = 0 \tag{2}$$

Токи нулевой последовательности, протекая только по вторичным обмоткам трансформатора, являясь намагничивающими создают в каждом стержне магнитной системы трехфазного трансформатора потоки нулевой последовательности  $\Phi_{0П}$  равные и одинаково направленные  $\Phi_{A0} = \Phi_{B0} = \Phi_{C0} = \Phi_{0П}$ , поскольку  $I_{A0} = I_{B0} = I_{C0} = I_{0П}$ .

Вследствие этого поток нулевой последовательности, имеющий место в любом из стержней трехстержневой магнитной системы трансформатора, не может замкнуться через другие, так как в каждом из них он встречает поток прямой или обратной последовательности, равный ему по значению, но направленный противоположно, в результате он вынужден замкнуться по воздуху от ярма к ярму через окружающие обмотки пространства, то есть по пути с большим магнитным сопротивлением, как показано на рисунке 1.

Замыкание потока  $\Phi_{0П}$  через крепежные детали и стенки кожуха или бака трансформатора вызывает в них дополнительные потери на вихревые токи [10].

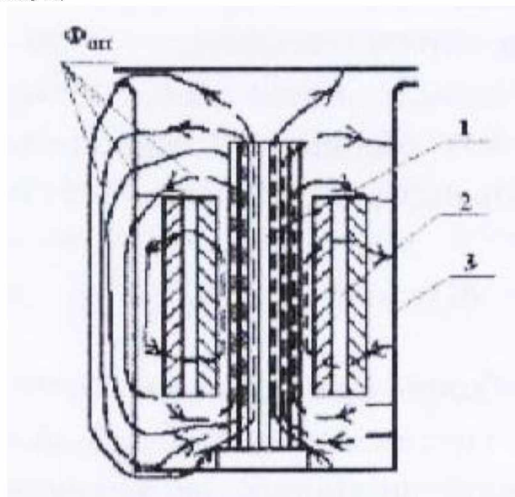
Наличие бака в трехстержневом трансформаторе из ферромагнитного материала приводит к увеличению сопротивления нулевой последовательности.



1-магнитопровод, 2-обмотки высшего и низшего напряжения, 3-бак трансформатора из ферромагнитного материала (сталь)

Рисунок 1-Картина распределения поля, созданного током нулевой последовательности, в трансформаторе без СВ.

При установке на трансформатор симметрирующего устройства, выполненного в виде алюминиевого бака, картина распределения потока нулевой последовательности меняется. Так как алюминий является немагнитным металлом (парамагнетик), и в отличие от ферромагнетика, он не обладает начальной намагниченностью при отсутствии внешнего магнитного поля, значит, потоки нулевой последовательности, замыкаясь по баку, выполненного из алюминия не будут усиливаться, так как коэффициент магнитной проницаемости алюминия  $\mu=1,000024$ , в связи с этим уменьшится площадь, охватываемая силовыми магнитными линиями, как показано на рисунке 2.



1- магнитопровод, 2- обмотки высокого и низкого напряжения, 3- бак трансформатора из парамагнитного материала ( алюминий)

Рисунок 2 - Картина распределения поля, созданного током нулевой последовательности, в трансформаторе с СУ.

Применение данного симметрирующего устройства на эксплуатируемых в сельском хозяйстве трансформаторах позволяют уменьшить параметры нулевой последовательности в три и более раза, благодаря чему добавочные потери от потоков нулевой последовательности уменьшаются в 2,2 раза и на такую же величину увеличиваются ток однофазного короткого замыкания, что дает возможность выбора на ступень меньше мощности трансформатора с симметрирующим устройством, так как селективность защиты будет обеспечена [10].

#### Литература

1. Кургузава С. Н. К вопросу о старении магнитных систем силовых трансформаторов // Вестник Павлодарского Университета 2005 №1 –С.117
2. Справочник электрика. Потери мощности в трансформаторе. <http://electricflshool.info>.
3. Способы уменьшения потерь в трансформаторе.
4. Буханова И. Ф., Журавль В. М., Лазерная обработка магнитопроводов силовых трансформаторов, Электроэнергетика №1.2004-39-42с.
5. Лейтес Л. В. Добавочные потери в обмотках трансформаторов.- Трансформаторы, 1960- Вып.5.
6. Васютинский С. Б. Вопросы теории и расчет трансформаторов.- Л.: «энергия»,1970.-432с.
7. Федоров А.А., Каменева В.В Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоиздат,1984 -472с.
8. Предварительный патент РК. №17016. Трехфазный трансформатор Шпилько Ю. Е., Герасименко Т. С.:опубли.15.02.2006.Бюл №2.
9. Иванов- Смоленский А.В. Электрические машины.- М.: Энергии. 1980.-928с.
10. Сергеенко Б. Н., Киселев В. М., Акимова Н. А. Электрические машины. Трансформаторы.- М.: Высш. Шк., 1989-352с.

УДК: 621.313.3

**УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ НОРМАТИВНОЙ МОЩНОСТИ  
ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН КЫРГЫЗСТАНА.**

*Жусубалиева Б.К. КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика.  
E-mail: jusubalievak@gmail.com*

**REGRESSION EQUATION FOR THE DETERMINATION OF THE SPECIFIC NORMATIVE  
POWER OF ELECTRIC HEATING FOR RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS IN DIFFERENT  
CLIMATIC ZONES OF KYRGYZSTAN**

*Jusubalieva B.K., KSTU named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic.  
E-mail: jusubalievak@gmail.com*

*Путем аппроксимации статистических зависимостей расхода энергии на электроотопление от температуры наружного воздуха получен ряд уравнений регрессии по определению удельных величин расхода энергии на отопление при разных расчетных температурах для зданий, построенных с применением стандартных и нестандартных строительных материалов и имеющих различное назначение.*

**Введение.** В наших предыдущих статьях [2-5] была изложена методика определения показателя максимальной удельной мощности электроотопления ( $q$ ) в зависимости от месячной средней минимальной ( $t_{min, с\ у\ м}$ ) и средней суточной температуры наружного воздуха ( $t_{ср, с\ у\ м}$ ) на отопление единицы обогреваемого объема типичного индивидуального одноэтажного дома, построенного с применением нестандартных (местных) строительных материалов без применения теплосберегающих материалов и мероприятий по утеплению домостроения, а также методика определения показателя  $q$  для зданий, построенных по проекту с применением стандартных строительных материалов и средств утепления. Целью этой статьи является изложение уравнений регрессии, составленных на основе программы “Excel” и статистической обработки данных, полученных по различным объектам в различных климатических зонах КР в течение целого ряда лет [2-5]. Предлагаемые уравнения регрессии могут быть использованы для определения реальной мощности на отопление жилых и общественных стандартных и нестандартных зданий, а также для планирования электропотребления в сельских местностях и новостройках.

**Методика исследования.** Проведенный нами статистический анализ показал, что значение показателя  $q$  является различным не только для разных климатических зон, но и для одной и той же местности в зависимости от назначения зданий и домостроений и их тепловых характеристик [2-5]. Поэтому нами сначала был проведен анализ и группировка объектов исследований, были разработаны различные методики, в том числе по определению среднесуточных температур, определению значения суточного электропотребления, по определению и расчету значений укрупненного показателя максимального часового расхода энергии на отопление обогреваемого помещения (здания).

Расчеты проводились в следующей последовательности: сначала были определены среднесуточные температуры по различным (двум) вариантам. Потом по разработанным методикам находились значения суточного электропотребления  $\mathcal{E}_{сут}$  за рассматриваемый отрезок отопительного периода (месяц, квартал, период). Затем проводился расчет значений укрупненного показателя максимального часового расхода энергии на отопление обогреваемого помещения (здания), за каждые  $i$ -е сутки для каждого из 5-ти выделенных нами ниже следующих групп объектов (см. ниже). Заключительным этапом расчетов явилось построение графика зависимости  $q=f(t_{min})$  для каждой группы объектов, имеющих одинаковую нормированную внутреннюю температуру  $t_{вн}$ .

**Полученные результаты и их обсуждение.** Согласно методике аппроксимации [1], полученные нами зависимости  $q = f(t_{min})$  описываются следующими уравнениями прямой линии: 1)  $q_1 = (50 - 1,444 \cdot t_{min}) \cdot 10^3$ ,  $кВт/м^2$  - для 1-й группы объектов (нестандартные частные домостроения) с  $t_{вн} = 18^\circ C$ ; 2)  $q_2 = (16,71 - 1,14 \cdot t_{min}) \cdot 10^3$ ,  $кВт/м^2$  - для 2-й группы объектов (многоквартирные дома, служебные здания) с  $t_{вн} = 18^\circ C$ ; 3)  $q_3 = (18,23 - 1,27 \cdot t_{min}) \cdot 10^3$ ,  $кВт/м^2$  - для 3-й группы объектов (детские дома, сады, ясли) с  $t_{вн} = 20^\circ C$ ; 4)  $q_4 = (19,74 - 1,41 \cdot t_{min}) \cdot 10^3$ ,  $кВт/м^2$  - для 4-й группы объектов (детские больницы, родильные дома, районные больницы); 5) с  $t_{вн} = 22^\circ C$ ; 4)  $q_5 = (15,21 - 1,01 \cdot t_{min}) \cdot 10^3$ ,  $кВт/м^2$  для 5- группы объектов (магазины, аптеки, кафе и т.п.) с  $t_{вн} = 16^\circ C$ . Эти уравнения регрессии позволяют легко и просто определять требуемые значения укрупненного показателя максимального часового расхода энергии на отопление обогреваемого помещения (здания) для разных климатических зон и для каждого из групп объектов – по уравнениям, при наличии компьютера, или прямо по графикам – при отсутствии компьютера. Полученные выражения рекомендованы

для включения в действующую «Методику ...» [6] в качестве дополнения и были приняты для рассмотрения соответствующим Министерством.

В частности, сравнение полученных выражений  $q$  для индивидуальных одноэтажных (частных) домовладений, построенных с применением нестандартных местных строительных материалов, с  $q$  для стандартных зданий, показывает, что для одинаковых значений минимальной температуры наружного воздуха  $t_{min}$  значения  $q$  для индивидуальных домовладений почти в 2 раза выше значений  $q$ . Основной причиной такого положения является высокие потери тепла в неутепленных индивидуальных домах. Как отмечалось ранее нами [2-5], в таких домах старой постройки высокие потери тепла имеет место через неутепленные потолки и полы, дверные и оконные проемы, неутепленные стены.

Ниже, для показа реальной основы для составления полученных уравнений регрессии, а также для наглядности, показаны 4 графика – зависимости  $q$  от  $t_{min}$  – для 2, 3, 4 и 5-ой групп объектов (см. рис. 1-4).

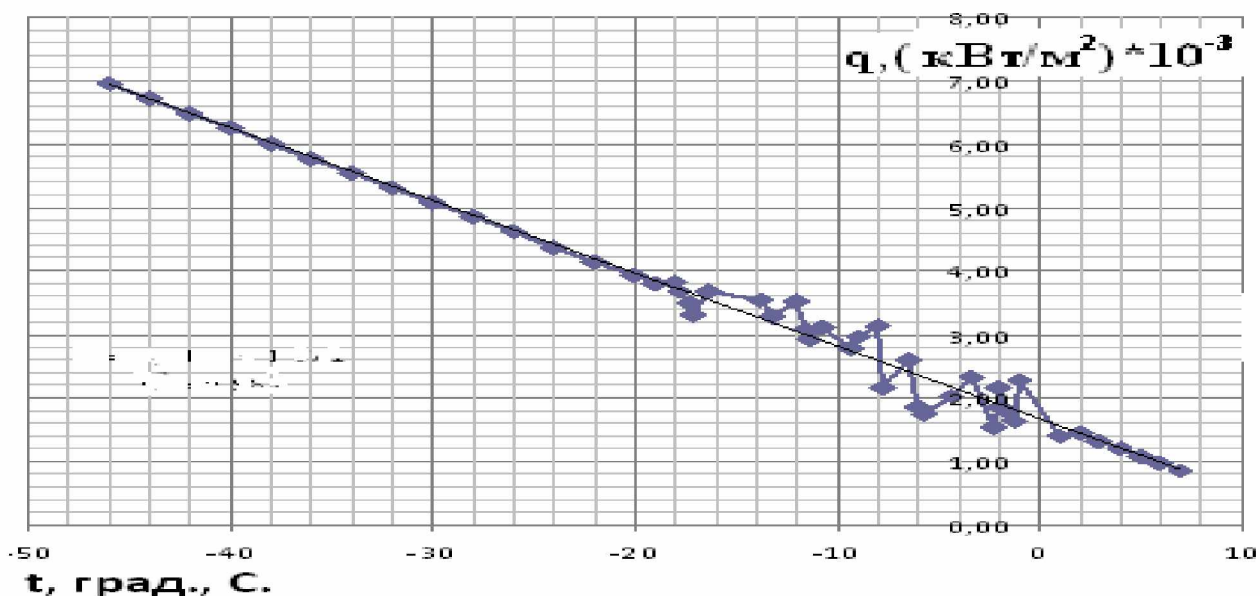


Рис. 1. График зависимости  $q = f(t_{min})$  для стандартного здания с ( $t_{вн}=18^{00}C$ );  $q_2=(16,71-1,14\cdot t_{min})\cdot 10^{-3}$ , кВт/м<sup>2</sup>

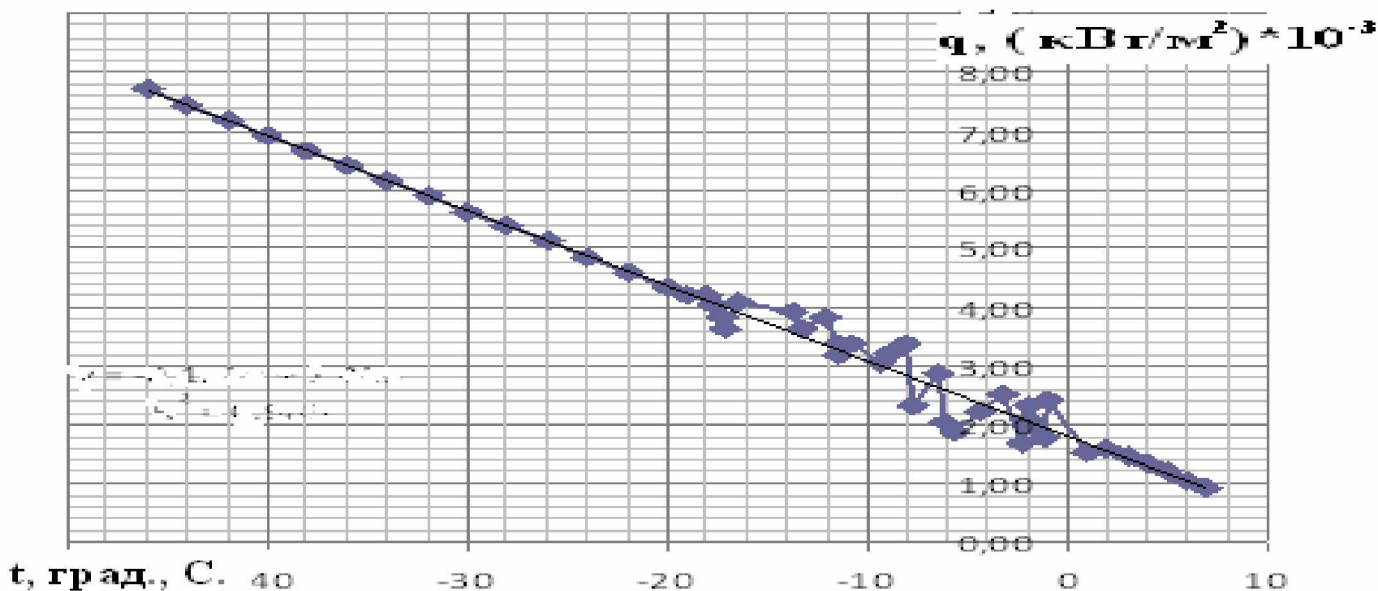


Рис. 2. График зависимости  $q = f(t_{min})$  для стандартного здания с ( $t_{вн}=20^{0}C$ )  $q_3=(18,23-1,27\cdot t_{min})\cdot 10^{-3}$ , кВт/м<sup>2</sup>

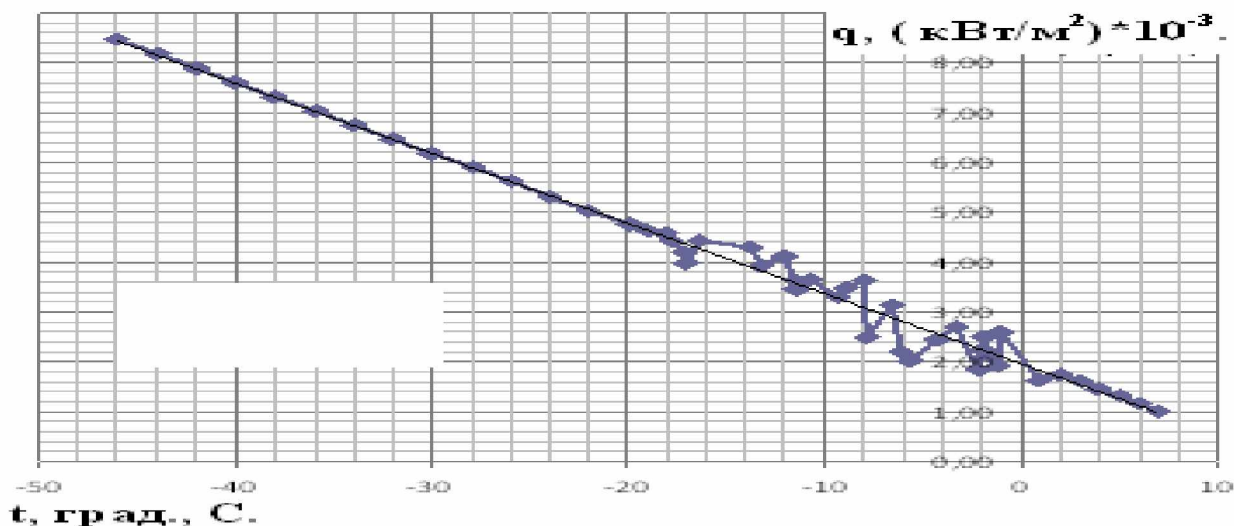
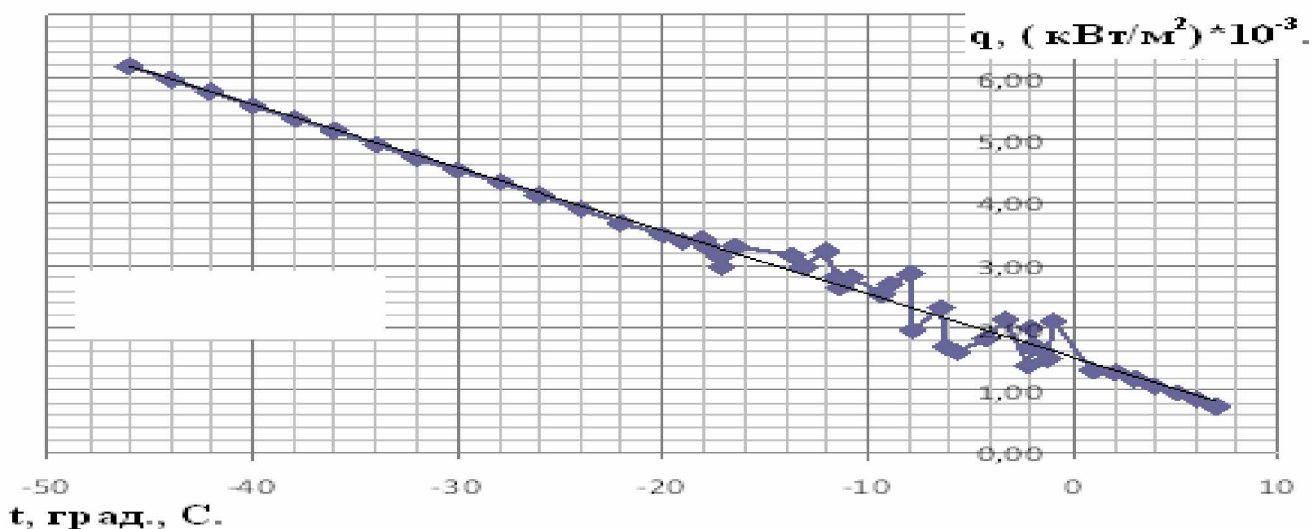


Рис. 3. График зависимости  $q = f(t_{min})$  для стандартного здания с  $(t_{вн} = 22^{00}C)$   
 $q_4 = (19,74 - 1,41 \cdot t_{min}) \cdot 10^{-3}$ , кВт/м<sup>2</sup>

Рис. 4. График зависимости  $q = f(t_{min})$  для стандартного здания с  $(t_{вн} = 16^{00}C)$   
 $q_5 = (15,21 - 1,01 \cdot t_{min}) \cdot 10^{-3}$ , кВт/м<sup>2</sup>



#### Основные выводы и рекомендации.

1. По разработанным методикам получены уравнения зависимостей удельной мощности на электроотопление жилых и общественных стандартных и нестандартных зданий (функции  $q=f(t_{min})$ ), позволяющие определять требуемые значения укрупненного показателя максимального часового расхода энергии на отопление обогреваемого помещения (здания) для разных климатических зон и для разных групп объектов. Полученные выражения были рекомендованы для включения в действующую «Методику ...» [6] в качестве дополнения.

2. Для одинаковых значений минимальной температуры наружного воздуха  $t_{min}$  в индивидуальных одноэтажных (частных) домостроениях, построенных с применением нестандартных местных строительных материалов, значения расхода энергии на отопление оказались почти в 2 раза выше, чем для аналогичных стандартных зданий, построенных по проекту с применением традиционных строительных материалов и с осуществлением мероприятий по теплосбережению обогреваемого помещения (здания).

#### Литература

1. Аксенов Б.В. и др. Основы теории вероятностей [Текст]/ Б.В. Аксенов и др.// 4.2. Введение в математическую статистику. – ЛПИ; Л.: 1974.
2. Жусубалиева Б.К., Кадыркулов С.С. Алгоритм определения нормативного удельного расхода электроэнергии на отопление на основе статистических данных.// Материалы Международной научной кон-

ференции «Технология и перспективы современного инженерного образования, науки и производства», посвященной 45-летию ФПИ-КГТУ (7-8 октября 1999). – Бишкек, 1999. - С. 232-236.

3. Жусубалиева Б.К. Методический подход к оценке объемов внутриквартирного электропотребления в сельских районах. [Текст] / Б.К. Жусубалиева // Проблемы управления и информатики: Доклады II международной конференции. – Бишкек, 2007. - С. 260-263.

4. Жусубалиева Б.К. О методике прогнозирования объемов электропотребления населения с учетом электроотопления. [Текст] / Б.К. Жусубалиева // Вестник Алматинского института энергетики и связи – Алматы, 2008. - №2. - С. 73-76.4.

5. Кадыркулов С.С. Методика определения расчетной электрической нагрузки бытовых потребителей. [Текст] / С.С. Кадыркулов // Материалы Международной научной конференции «Технология и перспективы современного инженерного образования, науки и производства». КГТУ. Бишкек, - С. 265-269.

6. Методика по расчету потребности в тепловой и электрической энергии зданий. [Текст] / Госагентство по энергетике при Правительстве Кыргызской Республики. – Бишкек, 2002. - 82с.

УДК.: 621.311.1.017

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10-35 КВ

*Тиленбаев И. Н. , Шамралиев И. И.  
КГТУ им. И. Раззакова, Токмоцкий технический институт*

*В данной статье представлен способ защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции. Представлена функциональная схема устройства защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени и описания его работы. Данное устройство позволяет определить поврежденный элемент электрической цепи и обеспечивает селективное без выдержки времени отключение поврежденного элемента.*

*In given clause the way of protection of substation 110-35/10 kV without endurance of time based on diagnosing of modes arising on substation and submitted. The function chart of the device of protection substation 110-35/10 kV without endurance of time and description of his work submitted. The given device allow to define the damaged element of an electrical network and provides selective without endurance of time switching- ofa the damaged element.*

Релейная защита распределительных сетей должна отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок», которые предъявляются ко всем устройствам релейной защиты: быстродействия, селективности, надежности, чувствительности.

Быстродействие релейной защиты должно обеспечивать возможное наименьшее время отключения коротких замыканий. Быстрое отключение короткого замыкания не только ограничивает область и степень повреждения защищаемого элемента, но и обеспечивает сохранение бесперебойной работы неповрежденной части энергосистемы, или электростанции, или подстанции.

Время действия токовых защит выбирается по условию согласования с предыдущими защитами, которое предусматривает увеличение времени действия предыдущей защиты на ступень селективности  $\Delta t$  больше предыдущей.

Существенное увеличение времени действия защит происходит на подстанциях 110-35/10 КВ. Например, если минимальная выдержка времени защит линии 10 кВ составляет 0,5-0,7 сек., то выдержка времени ввода 10 кВ, с учетом ступени селективности  $\Delta t = 0.5 \div 0.7$  сек. будет равна  $1 \div 1.14$  сек., а ввода - 35 или 110 кВ –  $1.5 \div 2.1$  сек. Это приводит, соответственно, к увеличению выдержек времени защит, установленных на питающих линиях 35-110 кВ.

Существенным недостатком ступенчатого принципа согласования является накопление выдержки времени защиты по направлению к источнику питания, когда наоборот, токи короткого замыкания увеличиваются, усугубляя последствия короткого замыкания, приводя к преждевременному выходу из строя дорогостоящего оборудования.

В настоящее время вопрос снижения выдержек времени токовых защит остается актуальным, требующим дальнейших исследований. Применение новых способов защит и выполнение их на основе современной электронной базы позволит существенно повысить надежность действия таких устройств и, следовательно, обеспечить бесперебойное питание сельскохозяйственных потребителей.

В этом направлении велись исследования на кафедре электроснабжения университета в течение нескольких лет. В результате разработан способ защиты без, выдержки времени подстанции 110-35/10 кВ, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции.



ференции «Технология и перспективы современного инженерного образования, науки и производства», посвященной 45-летию ФПИ-КГТУ (7-8 октября 1999). – Бишкек, 1999. - С. 232-236.

3. Жусубалиева Б.К. Методический подход к оценке объемов внутриквартирного электропотребления в сельских районах. [Текст] / Б.К. Жусубалиева // Проблемы управления и информатики: Доклады II международной конференции. – Бишкек, 2007. - С. 260-263.

4. Жусубалиева Б.К. О методике прогнозирования объемов электропотребления населения с учетом электроотопления. [Текст]/ Б.К. Жусубалиева // Вестник Алматинского института энергетики и связи – Алматы, 2008. - №2. - С. 73-76.4.

5. Кадыркулов С.С. Методика определения расчетной электрической нагрузки бытовых потребителей. [Текст] / С.С. Кадыркулов // Материалы Международной научной конференции «Технология и перспективы современного инженерного образования, науки и производства». КГТУ. Бишкек, - С. 265-269.

6. Методика по расчету потребности в тепловой и электрической энергии зданий. [Текст] /Госагентство по энергетике при Правительстве Кыргызской Республики. – Бишкек, 2002. - 82с.