

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу «РАЗРАБОТКА ТРЕХФАЗНО-ОДНОФАЗНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ» Шагимарданова Дамира Экрэмовича, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»

1. Актуальность избранной темы

В настоящее время в общей протяженности линий электропередач доля линий напряжением до 1 кВ составляет около 35 %. Этому классу электрических сетей присущи такие недостатки, как большие потери электроэнергии и напряжения, высокий расход цветного металла. Сельским электрическим сетям до 1 кВ свойственны большая протяженность и малая плотность нагрузки, что дополнительно снижает их надежность и энергоэффективность. Одним из направлений в решении данной проблемы является максимальное приближение трансформаторных пунктов к потребителям с одновременным разукрупнением центров питания. Наилучшее решение - использование однофазных столбовых трансформаторных пунктов 10/0,23 кВ. Это решение позволяет минимизировать потери электроэнергии в распределительных сетях, но оно имеет значительный недостаток: однофазные нагрузки приводят к неравномерной загрузке фаз трехфазной сети. При этом к трехфазным электроприемникам подводится несимметричное напряжение, которое отрицательно влияет на их работу и может привести к преждевременному выходу из строя.

Опыт использования в нашей стране подобных сетей есть, но он крайне мал, в том числе и вследствие отсутствия эффективной методики расчета режимов электрических сетей, содержащих значительное количество трансформаторов 10/0,23 кВ. Чтобы минимизировать негативные последствия, вызванные несимметричными нагрузками, на стадии проектирования следует рассматривать несколько вариантов конфигурации трехфазно-однофазной сети. В существующей методике расчета сетей при большом числе однофазных нагрузок вычисления становятся громоздкими и требуют больших трудозатрат. Поэтому необходимо разрабатывать методики, позволяющие упрощать процесс расчета. В частности, создание таких методик возможно с применением метода фазных координат.

Применение новых типов проводов, в том числе СИП, требует пересмотра методик механического расчета линий, опор.

В свою очередь, использование линий электропередач 10 кВ взамен 0,38 кВ влечет дополнительную опасность поражения электрическим током. Это необходимо учитывать при проектировании трехфазно-однофазных сетей. Кроме того, увеличению электробезопасности новых сетей требует разработки новых устройств защиты линий от различных аварийных режимов.

В своей диссертации Шагимарданов Д.Э. решает указанные задачи, его работа является актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе.

Автором диссертации применен комплексный подход к исследованию проблемы, от постановки задач, проработки теоретических вопросов до практического подтверждения предложенных решений, их лабораторных испытаний и до рекомендаций к использованию на производстве.

В диссертации выполнен качественный анализ литературных источников, приведены сведения об общем состоянии трехфазно-однофазных сетей 10...0,22 кВ в сельском хозяйстве, проанализированы статистические данные об однофазных трансформаторах, эксплуатирующихся ОАО «Костромаэнерго». Изложен материал о влиянии однофазных потребителей на потери и качество электроэнергии, о негативных последствиях работы трехфазных электроприемников, к которым подведено несимметричное напряжение. Определена аналитическая зависимость допустимой длины питающей трехфазной линии 10 кВ от мощностей однофазных потребителей и сопротивлений линии 10 кВ. Описаны способы подключения трехфазных электроприемников к однофазным сетям.

Далее в работе изложена предлагаемая методика расчета режимов трехфазно-однофазных сетей 10...0,22 кВ. Расчеты производятся в фазных координатах, элементы сети представляются в виде 2К-полусетей в форме Н. В теоретических разработках широко использованы приемы и методы алгебры матриц. Автор впервые показал способ согласования расчетов однофазных сетей с трехфазными. Выполнены расчеты токов и напряжений в характерных точках фидера 10 кВ по разработанной методике и методом симметричных составляющих. Сравнение результатов расчетов показало, что метод фазных координат более точен.

Для обоснования разработки средств защиты линий от различных аварийных режимов и повышения электробезопасности проанализированы все типы заземления однофазных сетей 220 В с позиции опасности поражения человека электрическим током. Выведена формула расчета допустимой длины двухпроводной изолированной однофазной линии 220 В по условию электробезопасности человека. Теоретически обоснована целесообразность разработки устройства защиты однофазной линии 220 В. Выявлены недостатки существующих устройств защиты и разработано новое устройство, реагирующее на аварийные режимы однофазной линии 220 В. Приведен порядок расчета параметров нового устройства защиты линии с учетом всех основных параметров однофазной сети. Режимы работы однофазной сети, оснащенной оригинальным устройством защиты, смоделированы в фазных координатах. Для подтверждения теоретических выводов собрана лабораторно-исследовательская установка устройства защиты линии, которая среагировала на все заданные аварийные режимы линии. На новое устройство защиты получен патент на изобретение.

При проведении анализа использования изолированных проводов в линиях электропередач установлено, что существующая методика механического расчета не отвечает действующим требованиям нормативных документов и не учитывает перспективное расширение номенклатуры изолированных проводов. Разработана методика механического расчета однофазных линий 220 В. Определены технические характеристики перспективной номенклатуры самонесущих

изолированных проводов. Автором выполнен пример механического расчета однофазной линии 220 В с изолированными проводами с приведением заполненных форм таблиц, необходимых и достаточных для обоснования допустимого пролета линии.

В работе выполнено технико-экономическое обоснование применения однофазных сетей вместо трехфазных. Изложен порядок расчета чистого дисконтированного дохода при оценке экономической эффективности строительства однофазных сетей вместо трехфазных. Рассмотрена экономическая эффективность оснащения однофазных линий электропередач 220 В разработанным устройством защиты. Во всех рассмотренных случаях чистый дисконтированный доход имеет положительное значение.

Решение задач, сформулированных во введении, в полной мере представлено автором в диссертации, что свидетельствует о ее завершенности. Теоретические положения в работе строятся на фундаментальных основах математического анализа, в достаточной мере подтверждены статистическими и лабораторными исследованиями.

3. Новизна и достоверность полученных положений, выводов и рекомендаций.

В качестве новых научных результатов автором выдвинуты следующие положения:

- на основе известных формул определена зависимость допустимого сопротивления трехфазной линии 10 кВ от мощности однофазных нагрузок, при котором коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности не превышает 2 %;

- разработана новая методика расчета токов и напряжений в трехфазно-однофазных сетях 10...0,22 кВ в фазных координатах с использованием 2К-полюсников в форме Н. В составе методики разработаны новые математические модели элементов сети. По новой методике возможен расчет сетей с неограниченным числом однофазных нагрузок без трудоемких вычислений. Точность результатов вычислений выше по сравнению с методом симметричных составляющих;

- разработано и смоделировано в фазных координатах с использованием 2К-полюсников новое устройство защиты однофазной линии 220 В, повышающее уровень электробезопасности в однофазных сетях;

- разработана методика механического расчета однофазных линий 220 В, позволяющая вычислять допустимые пролеты линии с изолированными проводами перспективных типоразмеров и отвечающая действующим требованиям государственных стандартов.

Достоверность выводов и результатов диссертации обусловлена совпадением результатов расчетов режимов трехфазно-однофазных сетей с применением существующих и разработанных методов. Теоретические положения, заложенные в разработку нового устройства защиты линий 220 В подтверждены успешными испытаниями на лабораторно-исследовательской установке. Разработанное устройство защиты адекватно сработало при всех смоделированных аварийных режимах линии.

4. Значимость полученных результатов для науки и техники.

В ходе выполнения диссертации Шагимардановым Д.Э. разработаны имеющие научную новизну методики расчета трехфазно-однофазных сетей, применение которых способствует повышению точности расчетов, упрощает процедуру их проведения. Предлагаемая методика расчета трехфазно-однофазных сетей является развитием метода фазных координат и позволяет рассчитывать режимы сетей с неограниченным числом однофазных нагрузок.

Практическая значимость разработанной автором методики расчета режимов трехфазно-однофазных сетей в фазных координатах с использованием 2К-полюсников в форме N подтверждается ее внедрением в организации ОАО «Электроцентромонтаж», имеется акт внедрения.

Разработанный принцип действия и алгоритм расчета параметров нового УЗЛ обеспечивают отключение всех основных видов повреждений на однофазных линиях. На устройство защиты однофазной линии 220 В получен патент на изобретение, проведены лабораторные испытания устройства, которые подтвердили его работоспособность и перспективность внедрения в производство.

Положительное значение чистого дисконтированного дохода свидетельствует об экономической выгоде применения однофазных сетей вместо трехфазных и от оснащения однофазных линий 220 В разработанного устройства защиты.

Полученные результаты могут быть использованы в учебных целях в вузах при подготовке специалистов соответствующих специальностей. Имеется опыт использования авторских разработок, изложенных в диссертации, в Костромской государственной сельскохозяйственной академии.

5. Степень завершенности диссертации в целом и качество ее оформления.

Диссертационная работа Шагимарданова Д.Э. является завершенным научным исследованием, направленным на решение поставленной актуальной научной задачи. Диссертационная работа изложена на 139 страницах, включает список литературы из 99 наименований, имеет один патент на изобретение и акт внедрения. Качество оформления диссертации хорошее и соответствует нормативным положениям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

6. Полнота опубликования основных результатов диссертации.

Материалы диссертации в достаточном объеме отражены в восьми научных публикациях, из которых три – в изданиях, рекомендованных ВАК России, в которых должны быть опубликованы результаты и положения диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, остальные – в других научных изданиях, в том числе в сборниках научных трудов международных конференций. Так же имеется один патент на устройство защитного отключения. Данные публикации в полном объеме отражают основные научные положения и результаты диссертационной работы.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации.

Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения, идеи и выводы диссертации, соответствует основному ее содержанию по всем

разделам. Автореферат содержит теоретические и практические положения и разработки, которые ориентированы на получение и развитие нового решения научной задачи разработки трехфазно-однофазной сети для электроснабжения сельских потребителей.

8. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы, репрезентативность эмпирического материала.

Личный вклад соискателя в разработку научной задачи по разработке трехфазно-однофазной сети для электроснабжения сельских потребителей состоит:

- в разработанной методике расчета режимов трехфазно-однофазных сетей 10...0,22 кВ в фазных координатах, позволяющей рассчитывать сети с неограниченным числом однофазных трансформаторов и получать более точные результаты;

- в разработанном устройстве защиты линии, реагирующем на все основные виды повреждений однофазной линии электропередачи (ЛЭП) напряжением 220 В и повышающее электробезопасность эксплуатации однофазных сетей и в разработанной методике расчета его параметров;

- в предложенной методике механического расчета однофазных ВЛИ, учитывающей новые требования нормативных документов и необходимость применения широкой номенклатуры самонесущих изолированных проводов (СИП) при строительстве однофазных линий, по которой определяют допустимые пролеты и осуществляют обоснованный выбор опор.

- в технико-экономическом обосновании предложенных автором разработок.

Представленный эмпирический материал достаточно значим и репрезентативен.

9. Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа и автореферат Шагимарданова Д.Э. соответствуют требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

10. Замечания по диссертационной работе.

1. Автором разработана методика механических расчетов ВЛИ до 1 кВ, в то время как предлагаемая трехфазно-однофазная сеть будет в основном содержать ВЛЗ 10 кВ. Не ясно, применима ли разработанная методика для ВЛЗ 10 кВ и можно ли с ее помощью учесть дополнительную нагрузку на опоры от установки на них однофазных трансформаторов?
2. Недостаточно полно выполнено экономическое обоснование применения однофазной сети вместо трехфазной, поскольку рассчитан чистый дисконтированный доход на примере только одного однофазного трансформатора, причем он взят с номинальной мощностью меньше сравниваемого с ним трехфазного.
3. Недостаточно представлены расчеты возможных аварийных режимов в трехфазно-однофазных сетях.
4. Не определены допустимые параметры однофазной сети для разработанного устройства защиты линии со стандартными емкостями.

5. Не проработаны вопросы места установки УЗЛ и его обслуживания. В частности, если УЗЛ устанавливается на опоре, совместно с однофазным трансформатором, то кто будет его включать после устранения аварийной ситуации и за какое время, ведь для потребителя это станет невозможным. Вероятно, после установки УЗЛ повысится время перерыва в электроснабжении.
6. Развитие любого населенного пункта сопряжено в подключением новых потребителей. При этом, если сеть выполнена трехфазно-однофазной, то возможна ситуация, когда одна из улиц имеет однофазную линию электропередач и все потребители будут подключаться к ней. В какой-то момент это начнет влиять на симметричность напряжения на трехфазном участке ЛЭП. В работе приведены расчеты допустимой длины питающей линии. Не ясно, какой проектировщики должны заложить запас мощности на однофазные участки линий электропередач для возможностей новых присоединений и как в процессе эксплуатации необходимо учитывать происходящее увеличение мощности однофазных подключений.

Заключение

Представленная к защите диссертационная работа Шагимарданова Д.Э. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. В работе содержатся научно обоснованные решения, направленные на повышение надежности электроснабжения сельских потребителей с применением трехфазно-однофазной сети. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, расчетов и исследований. Диссертация написана технически грамотным языком, материал изложен последовательно и иллюстрирован необходимым для понимания содержания графическим материалом. По каждой главе и в целом по работе сделаны четкие выводы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Изложенное позволяет считать представленную диссертацию соответствующей пункту 23 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (№ 842 от 24 сентября 2013г.) и рекомендовать диссертационному совету Д006.037.01 Государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» по специальности 05.20.02 — Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве присудить её автору, Шагимарданову Дамиру Экрэмовичу, ученую степень кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Электроснабжение»
ФГБОУ ВПО «Орловский ГАУ»
(г. Орёл, ул. Ген. Родина, 69)

06.06.14г.

В.В.

Виноградов Александр Владимирович

Подпись Виноградова А.В. удостоверяю:

