

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук **Зверева Виталия Валентиновича**

на диссертацию Смирновой Натальи Сергеевны на тему:

«Оптимизация реконструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

На отзыв представлены автореферат и диссертация, состоящая из введения, пяти разделов, выводов, списка использованных источников и трех приложений. Общий объём диссертации – 184 страницы, в том числе 101 страница основного текста, 25 полных страниц с рисунками и таблицами, 23 страницы списка использованных источников, 34 страницы приложений.

Актуальность темы

Воздушные линии являются неотъемлемой частью электроэнергетической системы и обеспечивают передачу электроэнергии от генераторов к конечным потребителям. Однако, они подвержены различным рискам, включая атмосферные явления, антропогенное воздействие и возможные аварии. Поэтому обеспечение надежности ВЛ и экономической эффективности является важной и актуальной задачей.

Важным аспектом является координация прочности элементов системы ВЛ. Координирование прочности должно предотвращать каскадное разрушение, при котором повреждение одного компонента может привести к деградации всего объекта. Более того, время и стоимость ремонта также должны быть минимальными.

Основная масса аварий ВЛ происходит из-за неправильной эксплуатации и невовремя проведенных работ по устранению дефектов. Это обусловлено, в частности, имущественной обособленностью

владельцев и сложностями в управлении и координации различных элементов системы. В связи с этим, важно создание денежного фонда, который мог бы направляться на мероприятия по инженерной защите и возмещение убытков вследствие аварий.

Таким образом, тема высоковольтных линий электропередачи остается актуальной и требует дальнейших исследований и разработок в области обеспечения надежности и безопасности систем данного типа.

Структура и содержание работы

Во **введении** изложена общая характеристика работы, представлено обоснование актуальности темы, сформулированы цели и задачи исследований, представлены объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна, практическая ценность результатов работы, а также методология и методы исследования. Указана связь диссертационных исследований с научно-исследовательскими работами кафедры.

В **первом разделе** выполнен анализ состояния вопроса и научные достижения в области исследования остаточного ресурса конструкций опор высоковольтных линий. Проведен анализ результатов обследований технического состояния трасс высоковольтных линий, что позволило определить наиболее распространенные дефекты и повреждения металлических конструкций опор.

В завершении раздела, по результатам проведенного обзора литературы и критического анализа текущего состояния вопроса сформулированы цели, задачи и методы исследования.

Во **втором разделе** представлены основные принципы расчета надежности. Получены результаты численных исследований башенной анкерно-угловой опоры У220-2+9 в программном комплексе «ЛИРА-САПР» с целью определения поведения элементов опоры при образовании общего искривления стержней решетки из плоскости

граней, выявления характера перераспределения усилий и возможных деформаций между элементами конструкции при наличии дефектов решетки в виде искривлений из плоскости грани опоры.

С целью проведения анализа живучести опоры линии электропередачи выполнен проверочный расчет и приведены результаты численных исследований по влиянию выгиба решетки на порядок выхода из строя элементов конструкции

Численные расчеты опоры с несовершенствами привели к необходимости подтверждения полученных данных экспериментальным путем, позволили определить места проведения тензометрических исследований для анализа отклика исследуемой конструкции на стержень с предельной деформацией.

В третьем разделе на основе численных исследований разработана методика проведения испытания по учету влиянию несовершенств в виде выгиба решетки на НДС конструкции опоры. Представлены результаты натурных исследований, проведенных на Полигоне испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, при анализе которых определено существование различного влияния выгиба на сжатые и растянутые стержни, т.е. выявлена специфика действительной работы опоры под нагрузкой.

Выполнена оценка влияния ветрового потока на металлические опоры ВЛ путем проведения модельных экспериментальных исследований в лаборатории строительной аэродинамики «ДОННАСА» и определено, что аэродинамический коэффициент C_x равный 1,31, не превышает нормативного значения (1,4).

В четвертом разделе содержатся методологические аспекты определения остаточного ресурса опор ВЛ на основе результатов натурных обследований с учетом накопления конструктивных несовершенств. Была разработана методика определения предельных

нагрузок на металлические опоры ВЛ при гололедно-ветровых воздействиях, которая позволяет предоставить экспертную информацию о рисках для объектов данного класса.

В пятом разделе предложена система управления реконструкцией опор ВЛ, учитывающая требования эксплуатации и надежности энергоснабжения потребителей. Эта система позволяет значительно повысить качество эксплуатации воздушных линий, выявить и устранить несовершенства, спрогнозировать места возникновения аварий при увеличении климатических нагрузок и, таким образом, существенно повысить эксплуатационную надежность ВЛ. Также в разделе обосновывается экономическая эффективность использования механизма страхования электросетевых конструкций для предотвращения и возмещения ущерба от обрушений конструкций.

В выводах по каждой главе и работе в целом изложены основные результаты проведенного диссертационного исследования.

Корректность изложения научного материала, наглядная иллюстрация полученных результатов в виде таблиц, графиков и структурных схем позволяют объективно оценить содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Апробация основных результатов исследования на научно-практических конференциях и публикация их в научных журналах позволяет сделать вывод об обоснованности полученных автором результатов, выводов и рекомендаций, которые представлены в диссертационной работе. Успешное применение этих результатов в образовательной и практической деятельности подтверждает их значимость и применимость.

Достоверность полученных автором результатов исследований обеспечивается корректной постановкой задач исследования, классической обработкой и объективной интерпретацией результатов, подтверждается результатами численных, модельных и натурных экспериментальных исследований, а также внедрением результатов для разработки проектных предложений по обследованию, реконструкции и усилению металлических опор линии электропередач, находящихся в эксплуатационной ответственности технической единицы «Харцызские электрические сети» (г. Харцызск).

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Основные научные результаты, полученные автором:

- разработана методика определения остаточного ресурса объекта из условий повторяемости климатических нагрузок, которая позволяет определить вероятность не превышения нагрузок в заданный период эксплуатации, причем данная величина характеризует также величину безотказности опоры в целом;

- анализ экспериментальных исследований поведения решетки выявил специфику действительной ее работы под нагрузкой при возникновении общих искривлений решетки в пределах одной панели на сжатые и растянутые элементы. Было определено, что в случае выгиба элементов решетки на сжатый раскос поворот пояса в узле вдоль продольной оси способствует повышению момента в расчетном сечении сжатых раскосов соседних панелей;

- на основании экспериментальных исследований определено, что аэродинамический коэффициент C_x равный 1,31, не превышает нормативного значения (1,4). При этом подтверждены наиболее нагруженные углы атаки ветрового потока в 45^0 и 90^0 ;

- предложенная методика по оптимальному планированию реконструкции ВЛ позволит существенно повысить качество

эксплуатации воздушных линий, своевременно выявить и устранить значительное количество несовершенств, спрогнозировать места возникновения аварий в случае увеличения климатических нагрузок, и, таким образом, существенно повысить эксплуатационную надежность ВЛ;

- созданы теоретические основы по предоставлению экспертной информации для дальнейшего создания денежного фонда целевого назначения (страхования объекта).

Список опубликованных научных работ свидетельствует о полноте публикации результатов исследования в открытой печати и непосредственно в профессиональных научных изданиях. Основные положения, результаты и выводы по материалам диссертационной работы представлены в 14 научных работах, из них 9 включены в международные наукометрические базы, 1 в отраслевой нормативный документ, получены 2 патента.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключатся в следующем:

– по результатам обследований установлены наиболее повреждаемые элементы конструкций опор ВЛ, дана оценка их влияния на НДС отдельных элементов и конструкции в целом;

- по результатам экспериментальных исследований выявлены особенности действительной работы элементов с конструктивными несовершенствами в виде общих искривлений решетки в пределах одной панели;

– разработаны и обоснованы основные положения методики расчета безотказной работы сооружения, учитывающей особенности природно-климатических и технологических нагрузок;

- в зависимости от фактического уровня конструктивной

безопасности разработаны предложения по корректировке страховых тарифов.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В работе приводится анализ результатов обследования более 654 металлических опор, однако, по тексту диссертации методика апробирована только для опоры У220-2р+9 и неясно, выполнялась ли проверка работоспособности методики на иных типах и марках.

2. На рис. 1.5 (стр. 18) приведены интересные данные по статистике наиболее вероятных причин аварий электросетевых конструкций. Необходимо уточнить, что это данные автора или дать ссылку на первоисточник.

3. На рис. 2.9, стр. 58 текста диссертации (рис. 6 автореферата) приведена диаграмма выхода из строя элементов конструкции в зависимости от шага загрузки, однако, неизвестно, с какой долей от предельной нагрузки происходит ее приращение на каждом шаге.

4. Из текста работы неясно, какие элементы анкерно-угловой опоры первые выходят из строя, на какие элементы происходит перераспределение усилий вплоть до лавинообразного разрушения.

5. В автореферате при анализе статического расчета в программном комплексе ПК «ЛИРА-САПР» неверно указан процент увеличения усилия в деформированном стержне 15%, т.к. при пересчете и непосредственно в тексте диссертации он равен 60%.

6. Чтобы не было двоякого толкования уровня влияния выгибов элементов решетки на НДС опоры, желательно более четко представить выводы 3 и 4 по главе 3.

7. Предложения по внедрению механизма страхования требуют дальнейшего развития и разработки конкретных рекомендаций с установленными страховыми коэффициентами.

Имеется ряд неточностей и опечаток: сопряжение поясов отдельных секций фланцевые или на накладках; есть сопряжение раскосов крестовой решетки между собой или нет, обозначения в формулах 4.10, 4.15 не соответствуют пояснениям и др.

Желательно дать пояснения к рисункам 2.6, 3.8, 3.10 и др.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация «Оптимизация реконструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей» представляет собой последовательно изложенную, логически завершенную научно-исследовательскую работу, посвященную решению актуальной научно-технической задачи в области проектирования и эксплуатации строительных конструкций, зданий и сооружений. Научные результаты, полученные диссертантом, обладают высокой степенью научной новизны, имеют существенное значение для строительной науки и практики проектирования. В частности, для определения остаточного ресурса опор линий электропередач была разработана методика, которая учитывает повторяемость природно-климатических нагрузок, дефекты и повреждения, полученные на разных стадиях жизненного цикла конструкции. Полученные результаты исследования позволили сформулировать рекомендации по предоставлению информации страховым организациям с целью создания денежного фонда целевого назначения. Выводы и рекомендации, приведенные в работе, в достаточной степени обоснованы, а высказанные замечания не снижают их научной новизны и практической значимости.

Диссертационная работа на тему «Оптимизация реконструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей» является законченной научно-квалификационной работой,

отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. с изменениями и дополнениями) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, и её автор Смирнова Наталья Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Настоящим я, Зверев Виталий Валентинович, даю согласие на автоматизированную обработку персональных данных с указанием фамилии, имени, отчества.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 2.1.1. (05.23.01)
«Строительные конструкции, здания и сооружения»,
профессор, заведующий кафедрой металлических конструкций
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»
Телефон: +7 (910) 742 87 14



**Зверев
Виталий
Валентинович**

подпись

E-mail: mk@stu.Lipetsk.ru

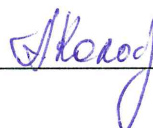
« 01 » сентября 2023 г.

Сведения об организации:

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,
398055, РФ. г. Липецк, ул. Московская, д. 30
тел.: +7 (4742) 328-000
E-mail: mk@stu.lipetsk.ru

Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

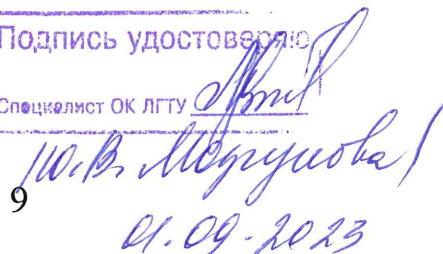
к.т.н., доц.



А.С. Колобанов



Подпись удостоверяю
Специалист ОК ЛГТУ



9
01.09.2023