

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора Института
архитектуры и строительства по
научной работе Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования

«Волгоградский государственный
технический университет»

д.т.н., профессор

Бурлаченко О.В.



» сентября 2023

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Института архитектуры и строительства Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский
государственный технический университет»
на диссертационную работу
Смировой Натальи Сергеевны
«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

Актуальность для науки и практики

Бесперебойная подача электроэнергии – гарантия жизнеобеспечения всей инфраструктуры страны. Одной из основных технических составляющих в процессе подачи электроэнергии являются линии электропередачи, надёжность работы которых зависит от уровня наших знаний о действительных параметрах изменения моделей работы всех строительных конструкций линии в процессе эксплуатации. Примечательно, что бесперебойное обеспечение всех отраслей хозяйства страны электроэнергией гарантируется в том числе надёжной работой опор линий электропередачи на основе оптимальных моделей их реконструкции.

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической задачи оптимизации процесса реконструкции и повышению надежности процесса энергоснабжения потребителей электроэнергии. В диссертации затрагивается вопрос необходимости разработки методики расчетной оценки риска аварии, что связано со значительным износом существующего парка электросетевых конструкций, требованиями гарантий надежности эксплуатации в рыночных условиях, ужесточением требований к безопасности конструкций.

Учитывая широкое распространение, высокую потребность в регулярном обновлении, а также высокий класс ответственности рассматриваемых конструкций, выбранная тема исследования имеет высокую практическую значимость и актуальность в научном плане.

Структура и содержание работы

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, выводов, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы – 184 страницы, в том числе 101 страница основного текста, 25 полных страниц с рисунками и таблицами, 23 страницы списка использованных источников, 34 страниц приложений.

Во **введении** обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна, практическая значимость работы и положения, выносимые на защиту.

В **первом разделе** проведен достаточно подробный критический анализ работ по теме диссертации. Детально уделено внимание проблемам анализа конструктивных решений металлических опор, методам определения остаточного ресурса, анализу работ по оптимизации реконструкции, действительному техническому состоянию электрических сетей. Обосновано поставлена цель работы и задачи по ее достижению.

Второй раздел посвящен разработке методики и проведению численных исследований конструкции опоры с несовершенствами в виде выгибов решетки из плоскости граней. Освещены основные принципы расчета надежности, применимые для получения результатов исследования. В качестве объекта исследования принята башенная свободностоящая решетчатая анкерно-угловая опора типа У220-2+9 с крестовой решеткой из одиночных равнополочных уголков высотой 40,6 м. Моделирование работы опоры под нагрузкой выполнено в среде программного комплекса ЛИРА-САПР. Выполнен расчет опоры на действие ветровой и гололедно-ветровой нагрузки с учетом начального несовершенства в виде выгиба раскосов в направлении из плоскости грани. Выполнен расчет живучести опоры.

В **третьем разделе** приводятся описание и результаты экспериментальных исследований полноразмерной анкерной опоры У220+9, выполненные на Полигоне испытаний опор линий электропередачи и башенных сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. В разделе приводится программа испытаний, принципиальные схемы установки и расположения оборудования, результаты оценки напряжений в контролируемых стержнях опоры.

Отдельный пункт раздела посвящен экспериментальным исследованиям конструкции опоры У220-2р+9 в аэродинамической трубе МАТ-1 ДонНАСА на масштабных моделях без имитации проводов и с имитацией проводов.

Четвертый раздел посвящен определению остаточного ресурса металлических опор ВЛ с учетом повторяемости климатических нагрузок. Разработанная методика позволяет определять предельные нагрузки, которые может выдержать существующая конструкция опоры ВЛ, запроектированная по ранее действующим нормативам, и безопасный ресурс. Методика позволяет представителям страховых компаний предоставить экспертную информацию о значениях риска для данного класса объектов.

В **пятом разделе** представлена система управления реконструкцией опор ВЛ с учетом

требований эксплуатации и надежности энергоснабжения потребителей. В рамках раздела выполнены работы по формированию структуры системы мониторинга технического состояния ВЛ, разработке рекомендаций по проведению мероприятий необходимых для технологической и эксплуатационной безопасности ВЛ, разработаны блок учета данных о техническом состоянии воздушной линии электропередачи и блок учета несовершенств, разработаны и предложены положения по организации технического надзора за состоянием сооружений и паспортизации электросетевых объектов, предложена схема основных этапов требований экспертизы технологической безопасности при строительстве, эксплуатации, при ремонте и реконструкции, рассчитана экономическая эффективность обеспечения безопасности эксплуатируемых ВЛ на принципах страховой ответственности.

В завершении каждого раздела сформулированы основные выводы, отражающие степень решения соответствующей задачи диссертационного исследования.

Выводы по работе содержат обобщение результатов выполненного исследования.

Структура и содержание диссертационной работы полностью соответствуют поставленной цели и сформулированным научно-техническим задачам.

Диссертация в целом написана строгим, четким техническим стилем; построена в логической последовательности, материал обобщен и систематизирован; ссылки в тексте опираются на достаточно обширный перечень научно-технических публикаций; оформление выполнено в соответствии с существующими стандартами и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям и логике диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Рассматриваемая диссертационная работа – это комплексная научно-исследовательская работа, посвящённая решению важной научно-технической задачи оптимизации процесса реконструкции и повышению надежности процесса энергоснабжения потребителей электроэнергии, которая имеет чётко сформулированные цель и задачи, логичную и законченную структуру. Работа выполнена автором в объёме, охватывающем заявленную цель и все задачи. Степень достоверности результатов исследования подтверждается экспериментальными данными, корректным использованием известных подходов теории упругости, строительной механики и теории расчета стальных строительных конструкций, сопоставлением теоретических данных с экспериментальными. Исследования выполнены на сертифицированном оборудовании.

Обоснованность полученных автором результатов, выводов и рекомендаций, которые представлены в диссертационной работе, подтверждена успешной апробацией основных результатов исследования на пяти научно-практических конференциях и публикация их в научных журналах и материалах научно-практических конференций. Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы опубликованы в 14 научных работах, из них 9

включены в международные наукометрические базы, 1 в отраслевом нормативном документе, в 2 патентах.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Основные результаты, полученные автором, представляющие научную новизну работы, состоят в следующем:

- разработана методика определения остаточного ресурса опор линий электропередач из условий повторяемости климатических нагрузок, которая позволяет определить вероятность 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: 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;
- созданы теоретические основы по предоставлению экспертной информации для дальнейшего создания денежного фонда целевого назначения (страхования объекта);
- разработаны и внедрены технические решения по реконструкции, усилению и ремонту опор ВЛ, в частности запатентованы варианты усиления баз и фундаментов металлических решетчатых опор.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что:

- разработанные методики позволили упростить определение остаточного ресурса объекта (из условий повторяемости климатических нагрузок) и определить вклад каждой составляющей климатических нагрузок на результирующее напряженно-деформированное состояние элементов металлических опор;
- полученные результаты позволили разработать рекомендации по предоставлению страховым организациям информации для дальнейшего создания денежного фонда целевого назначения;
- даны новые технические решения, защищенные патентами, по усилению и ремонту электросетевых конструкций.

Результаты исследования внедрены при разработке проектных предложений по обследованию, реконструкции и усилению металлических опор линии электропередач, находящихся в эксплуатационной ответственности технической единицы «Харьковские электрические сети»: в получении двух патентов на варианты усиления баз и фундаментов металлических решетчатых опор (Патент № 59075 Украина, МПК (2011.01), E02D 37/00, E04G 23/00; № 62559 Украина, МПК (2011.01), E02D 37/00, E04G 23/00).

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать:

- при разработке проектов обследования, усиления, перевооружения линий воздушных электропередач (ВЛ) с металлическими опорами;
- при определении остаточного ресурса и эксплуатационной пригодности башенных металлических опор ВЛ;
- при разработке выпускных квалификационных работ студентами по направлению «Строительство».

Общие замечания

1. В Объекте исследования следовало бы конкретизировать, что результаты работы относятся к металлическим башенным опорам воздушных линий электропередач решетчатого типа.

2. В п. 1.1 диссертации следовало бы выполнить критический анализ, а не механическое перечисление номеров работ из библиографического списка. Например, перечисление, которое выполнено на стр. 12 [3,6,7,16,26,28,31,54,64,80,94,111,127,133,144], на стр. 29 [15,55, 58,63,87,88,108,109] и других.

3. В структурной схеме исследования, представленной на рис. 1.16 диссертации, результатом работы указано «Оптимальное проектирование реконструкции ВЛ с заданным сроком эксплуатации по единой системе показателей ресурса», что не полностью согласуется с целью работы, которая заключается в «решении проблемы эксплуатационной надежности металлических опор ВЛ на основе определения ресурса объекта с учетом специфики работы элементов с несовершенствами».

4. Опоры ВЛ в большинстве случаев представлены конструкциями решетчатого типа. Расчет стержней выполняется как центрально нагруженных по п. СП 16.13330.2017. Методики расчета центрально нагруженных стержней, представленные в п. СП 16.13330.2017, разработаны с учётом начальных несовершенств в виде искривлений стрелкой, равной $e_b = i/20 + l/750$ (где i – радиус инерции, l – геометрическая длина стержня). Для получения предварительной оценки степени развития несовершенств и возможного их влияния на НДС стержней, в работе следовало бы сравнить выявленные при проведении обследования погиби со значениями начальных несовершенств, используемые при проведении расчета несущей способности центрально-сжатых стержней, а также с предельными отклонениями формы, которые указаны в п. 7.3 табл. Б.1 ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».

В численном виде значение выгиба стержня представлено только на рис. 2.6 диссертации и рис. 3 автореферата и принято равным $f = 100$ мм. Почему принято именно данное значение в тексте не обосновано.

В работе следовало бы привести рекомендации как поступать, если выявленные в процессе

обследования несовершенства формы выходят за рамки допусков. Например, сделанный вывод 2 к разделу 2 «в результате изменения геометрии раскосов решетки...» возможно следовало бы добавить заключением, что стержни с такими погибами требуют замены в соответствии с указаниями норм.

5. Предложенный автором механизм управления безопасностью высоковольтных линий электропередачи представляет интерес для эксплуатирующих организаций, однако предложения по внедрению механизма страхования имеют отчасти декларативный характер и требуют дальнейшего развития и разработки конкретных рекомендаций.

6. По тексту автореферата и диссертации присутствует ряд предложений с несогласованными падежами слов и опечатками в написании терминов, что усложняет анализ текста.

7. Значения данных, приведенных в табл. 4.1 и 4.2 требуют корректировки, т.к. не соответствуют принятым единицам измерения.

8. В п. 1 выводов указано, что у обследованных опор общие погнутости определены значением до $1/125$ длины элемента, а расчет выполнен на $1/70$ от длины элемента (см. п. 3 Выводов). Не ясно как согласуются между собой указанные данные.

Заключение

Диссертация Смирновой Натальи Сергеевны представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную самостоятельно, на высоком профессиональном научном уровне, на актуальную тему и содержит новые научные результаты и положения в части развития знаний по оптимизации реконструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются данными экспериментальных исследований, которые выполнены на полигоне испытаний опор линий электропередач и башенных сооружений «ДОННАСА» и в аэродинамической трубе МАТ-1 лаборатории строительной аэродинамики «ДОННАСА» с применением современных технологий и оборудования со статистической обработкой данных, а также соответствием численных исследований полученным экспериментальным данным с удовлетворительной сходимостью результатов.

Диссертация «Оптимизация реконструкции воздушных линий электропередач с учетом надежности энергоснабжения потребителей» 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.

Отзыв обоснован и одобрен на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений» Института архитектуры и строительства Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет» «01» сентября 2023 г.,
протокол № 1.

Доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой строительных конструкций,
оснований и надежности сооружений
Института архитектуры и строительства
(структурное подразделение)
ФГБОУ ВО ВолгГТУ

Пшеничкина Валерия
Александровна

Кандидат технических наук,
доцент кафедры строительных конструкций,
оснований и надежности сооружений
Института архитектуры и строительства
(структурное подразделение)
ФГБОУ ВО ВолгГТУ

Голиков Александр
Владимирович

Институт архитектуры и строительства (структурное подразделение)
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая 1; телефон: (8442) 96-98-30
E-mail: info@vgasu.ru

*Настоящим я, Пшеничкина Валерия Александровна, даю свое согласие на автоматизированную
обработку моих персональных данных, с указанием фамилии, имени, отчества.*

Пшеничкина Валерия Александровна

*Настоящим я, Голиков Александр Владимирович, даю свое согласие на автоматизированную
обработку моих персональных данных указанием фамилии, имени, отчества*

Голиков Александр Владимирович

Личные подписи д.т.н. проф. Пшеничкиной Валерии Александровны
и к.т.н. Голикова Александра Владимировича заверяю:
Секретарь Ученого совета Института архитектуры и строительства
(структурное подразделение) ФГБОУ ВО ВолгГТУ,
к.т.н., доцент



Савченко А.В.

*Настоящим я, Бурлаченко Олег Васильевич, даю свое согласие на автоматизированную
обработку моих персональных данных, с указанием фамилии, имени, отчества.*

Доктор технических наук, профессор,
Заместитель директора Института архитектуры
и строительства по научной работе
(структурное подразделение)
ФГБОУ ВО ВолгГТУ

Бурлаченко Олег
Васильевич