

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук Хасанова Ирека Равильевича на диссертационную работу Ле Ань Туана «Предотвращение воздействия лесного пожара на объекты энергетики Вьетнама», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика)

Пожары на объектах энергетики, вызванные лесными пожарами, приводят к значительному материальному ущербу и являются довольно распространенным явлением Вьетнама. Это, во многом, вызвано недостаточным уровнем противопожарной защиты объектов, находящихся внутри или вблизи лесных массивов.

Для разработки эффективных противопожарных мероприятий, в первую очередь необходимо их научное обоснование, в том числе на основе математического моделирования теплового воздействия лесного пожара. Кроме того, данные о пирологических характеристиках Вьетнама в литературных источниках отсутствуют.

Диссертационная работа Ле Ань Туана, посвященная защите объектов энергетики Вьетнама от теплового воздействия лесных пожаров с учетом пирологических характеристик лесных горючих материалов, а также влияния метеорологических условий Вьетнама, является несомненно *актуальной*.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложения. Содержание работы изложено на 172 страницах, включая 54 рисунка и 22 таблицы. Список литературы содержит 132 источника.

Во введении убедительно обоснована актуальность темы научной работы и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования. Показана научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, представлены методология и методы исследования, а также степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе «Современное состояние проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов энергетики Вьетнама от воздействия лесных пожаров» выполнен анализ особенностей лесных пожаров во Вьетнаме. Рассмотрены методы противопожарной защиты объектов энергетики Вьетнама и модели расчета параметров лесных пожаров.

Соискателем показано, что проблема обеспечения безопасности людей и материальных ценностей от теплового воздействия лесных пожаров на объектах энергетики Вьетнама, расположенных вблизи или внутри лесных массивов, является одной из актуальных и серьезных среди других проблем пожарной безопасности вышеуказанных объектов. Анализ существующих нормативных противопожарных мероприятий по защите объектов энергетики Вьетнама от воздействия лесных пожаров показал отсутствие научно-обоснованных рекомендаций предотвращения теплового воздействия лесного пожара.

Существующие методы противопожарной защиты требуют научного обоснования с учетом конкретных объемно-планировочных и технических решений

Вх № 6/73 от 21.10.2021г.

объектов, а также параметров лесных горючих материалов и метеоусловий в местах их расположения.

Анализ современных математических моделей расчета термогазодинамики лесного пожара, а также скорости распространения его кромки показал, что для достоверного расчета теплового воздействия лесного пожара необходимо учитывать пирологические и метеорологические характеристики местности, где расположен объект энергетики.

Анализ литературных источников выполнен на достаточно высоком научном уровне и показывает научную зрелость соискателя.

В выводах к первой главе сформулированы цель диссертации и задачи исследований.

Во второй главе «Математическая модель расчета параметров лесных пожаров» представлена математическая модель и основанная на ней методика расчета теплового воздействия лесного пожара на объекты энергетики Вьетнама.

Рассмотрена полевая модель расчета тепломассообмена при пожаре, ее основные уравнения, дополнительные соотношения, а также принятые особенности и упрощения термогазодинамической картины развития лесного пожара. Показано, что для применения модели необходимы данные по параметрам процесса горения лесных горючих материалов, характерных для Вьетнама.

На основе анализа литературных источников разработана многофакторная математическая модель расчета параметров движения кромки низового лесного пожара, которая учитывает метеоусловия, рельеф местности, характеристики горючих материалов, тушение пожара.

Предложенная математическая модель и методика расчета скорости распространения и теплофизических параметров кромки низового лесного пожара позволяет учесть совместное влияние основных пирологических и метеорологических характеристик лесного пожара: давление, температура и влажность атмосферы; скорость и направление ветра; неоднородность растительности и ландшафт местности; влажность лесных горючих материалов; интенсивность и продолжительность осадков.

Предложенная методика расчета теплового воздействия лесного пожара на объекты энергетики позволяет обосновать противопожарные мероприятия по защите этих объектов от воздействия лучистого потока фронта лесного пожара с учетом климатических условий и пирологических характеристик лесных горючих материалов Вьетнама.

Научная новизна разработанной методики не вызывает сомнений.

Третья глава «Экспериментальное исследование характеристик процесса горения лесных материалов Вьетнама» посвящена результатам экспериментальных исследований параметров процесса горения образцов древесной массы и кроны наиболее распространенных лиственных и хвойных пород деревьев Вьетнама. Исследования проводились с целью получения исходных данных для математического моделирования параметров и теплового воздействия лесных пожаров на объекты энергетики Вьетнама.

Используя существующую экспериментальную установку, была разработана методика проведения испытаний. Соискатель выполнил подготовку образцов древесной массы и кроны (лиственно-древесной массы) пяти наиболее распространенных деревьев Вьетнама с влажностью, характерной для наиболее пожароопасного засушливого периода времени во Вьетнаме.

Ле Ань Туаном получены экспериментальные значения удельных величин массовой скорости газификации и массового коэффициента образования оксида углерода, которые могут быть использованы при расчете характеристик лесных пожаров с использованием предложенной во второй главе диссертации математической модели.

Проведенные экспериментальные исследования горения образцов наиболее распространенных пород деревьев Вьетнама показали, что при моделировании лесных пожаров во Вьетнаме целесообразно использовать величину удельной массовой скорости газификации, равной $0,014 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$, и удельный коэффициент образования CO $L_{\text{CO}} = 0,0587$, который является максимальным значением из полученных экспериментальных величин.

Достоинством работы является выполненное диссертантом сопоставление полученных новых данных с соответствующими значениями для хвойных и лиственных деревьев лесов России.

Следует отметить, что данные по удельной скорости выгорания и удельному коэффициенту выделения оксида углерода для кроны деревьев получены впервые.

В четвертой главе «Моделирование теплового воздействия лесного пожара на объекты энергетики Вьетнама» приведены результаты применения разработанной математической модели и полученных экспериментальных пирологических характеристик деревьев Вьетнама для расчета теплового воздействия лесного пожара на конкретные объекты энергетики Вьетнама.

Математическая модель протестирована на экспериментальных данных, описанных в литературных источниках, и относящихся к одному из наиболее опасных типов лесных пожаров во Вьетнаме - пятнистым возгораниям при верховых лесных пожарах. Совпадение расчета с экспериментом является удовлетворительным для инженерного метода расчета.

Результаты численных экспериментов показали, что пожарная опасность верхового лесного пожара заключается в повышенных лучистых тепловых потоках, возникающих из-за повышенной удельной (по площади пожара) массовой скорости выгорания поверхностного слоя лесных массивов, характерной для условий Вьетнама.

Практические рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов энергетики Вьетнама от воздействия верховых лесных пожаров предложены на примере трёх действующих трансформаторных подстанций с масляными трансформаторами, расположенных внутри лесных массивов. Проведенные численные эксперименты с учетом конкретных характеристик лесных горючих материалов и метеорологических условий позволили определить размеры минерализованных полос по границам объектов, при

которых с учетом времени прибытия пожарных подразделений не происходит воспламенения горючих материалов из-за теплового воздействия лесного пожара. Кроме того, предложено обустройство пожарных водоемов на всех трансформаторных подстанциях, а также создание отдельного поста пожарной охраны на трансформаторной подстанции в районе Хоа-Бинь.

Проведенные Ле Ань Туаном численные эксперименты показали, что соискатель достаточно хорошо владеет математическим аппаратом теории тепломассообмена и умеет на высоком научном уровне выполнять анализ полученных результатов.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам выполнения диссертационной работы, которые полностью соответствуют поставленным задачам исследований.

Научная новизна диссертации не вызывает сомнений и заключается в следующем:

разработана многофакторная математическая модель и методика расчета скорости движения кромки лесного низового пожара, которая учитывает климатические условия, рельеф местности и характеристики лесных горючих материалов Вьетнама;

получены основные пирологические характеристики (удельная массовая скорость выгорания и удельный коэффициент образования оксида углерода) древесной массы и кроны пяти наиболее распространенных лиственных и хвойных пород деревьев Вьетнама, позволяющие проводить расчет теплового и токсического воздействия лесных пожаров на объекты энергетики Вьетнама;

разработана математическая модель расчета безопасного расстояния от верхового лесного пожара (в том числе, в пятнистой форме) для персонала и горючих материалов и веществ, находящихся на территории объекта энергетики Вьетнама, с учетом пирологических характеристик растительности.

Полученные в диссертации результаты являются **достоверными**, что подтверждается использованием апробированных методов экспериментальных исследований процессов горения веществ и материалов, поверенных приборов и оборудования, апробированных методов расчета и анализа тепломассообменных процессов, достаточно точным совпадением результатов расчетов с экспериментальными данными и теоретическими результатами, представленными в научной литературе.

Практическая значимость диссертации подтверждается актами внедрения ее результатов в Институте противопожарной безопасности МОБ Вьетнама (при создании новой учебной дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара»), в Главном управлении пожарной безопасности и аварийно-спасательных служб Министерства общественной безопасности СРВ (при разработке нормативных документов для противопожарных требований на объектах энергетики Вьетнама), в ТЭК ЗУЕН ХАЙ 3 (при разработке и совершенствовании нормативных документов по определению безопасных расстояний от объектов энергетики до кромки лесного массива) и в Академии

ГПС МЧС России (при разработке учебно-методических материалов по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара»);

К достоинствам работы можно также отнести большой объем выполненных численных и экспериментальных исследований, а также их публикацию в ведущих профильных журналах и апробацию на конференциях различного уровня.

По работе имеются следующие замечания.

1. В литературном обзоре, посвященном математическому моделированию параметров лесных пожаров, подробно рассмотрены общие математические модели развития лесных пожаров. Целесообразно было бы отдельно рассмотреть модели и методики распространения лесного пожара, включая модели теплового воздействия пожара.

2. В диссертации не рассмотрена возможность возгорания на территории и инфраструктуры объекта энергетики в результате переноса горящих частиц от фронта лесного пожара.

3. В работе получены экспериментальные данные по удельной массовой скорости газификации образцов пяти типов деревьев Вьетнама. Однако нет данных по распространенным во Вьетнаме лианам и кустарникам, которые также могут привести к возникновению пожара на объектах энергетики.

4. В диссертации не рассмотрена пожарная опасность веществ и материалов, характерных для объектов энергетики Вьетнама.

5. При рассмотрении влияния скорости ветра на развитие лесного пожара используются коэффициенты из табл. 2.3, которые даны для скорости ветра до 3 м/с. Неясно, какие коэффициенты следует использовать при скорости ветра более 3 м/с.

6. В главе 4 диссертации рассматривается пожарная опасность пятнистых возгораний, которая реализуется при сильном ветре и высокой интенсивности лесного пожара за счет переброса на расстояния до 200 м и более горящих частиц (искр и головней). Вместе с тем, в качестве основного фактора воздействия лесного пожара на объекты энергетики рассмотрено тепловое излучение фронта пожара. Следовательно, более корректно рассматривать воздействие верхового лесного пожара, а пятнистые возгорания как его разновидность.

7. В тексте диссертации есть незначительные опечатки, не влияющие на ясность понимания содержания работы.

Данные замечания не влияют на положительную оценку работы и могут рассматриваться как рекомендации к дальнейшим исследованиям соискателя.

Автореферат полностью отражает содержание и выводы диссертации, достаточно хорошо оформлен и соответствует предъявляемым ВАК России требованиям к авторефератам диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Работа написана ясным и четким языком, графический материал достаточно хорошо оформлен.

Перечень публикаций свидетельствует о достаточно полной информированности научно-технической общественности о содержании работы. Основные результаты представлены в четырех статьях в журналах, которые входят в перечень ВАК России для опубликования результатов диссертационных исследований, и в материалах 10 международных и российских конференций.

Заключение

Диссертационная работа Ле Ань Туана представляет собой законченное научное исследование, в котором содержится решение задачи, имеющей существенное значение для повышения пожарной безопасности объектов энергетики Вьетнама.

Диссертация соответствует п. 3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте» и п. 5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаровзрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений» паспорта научной специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль энергетика).

Считаю, что диссертационная работа по актуальности, научной новизне, достоверности и оригинальности полученных результатов, обоснованности научных положений, выводов и практической значимости удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ле Ань Туан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль энергетика)».

Официальный оппонент:
главный научный сотрудник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
доктор технических наук, с.н.с.
«14» Октября 2021 г.

И.Р. Хасанов

14903, Московская область г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12
e-mail: irhas@rambler.ru
тел.: +7 495 5218938, +7 916 1808856

Подпись И.Р. Хасанова заверяю.
Ученый секретарь диссертационного совета
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
к.т.н., с.н.с.



Е.Ю. Сушкина