

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента на диссертацию**

**Дениса Петровича Касымова**

**«Экспериментальные и теоретические исследования зажигания торфа и**

**древесины от природных пожаров»,**

**представленную на соискание ученой степени**

**кандидата физико-математических наук по специальности**

**01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника**

Представлена работа объемом 124 страницы, которая включает в себя введение, три главы, заключение, список использованных источников из 139 наименований (из них – 43 в зарубежных изданиях), содержит 57 рисунков и 21 таблицу.

**Актуальность.** Проблема природных пожаров не теряет своей остроты во всем мире. Особую важность эта проблема представляет для России, где ежегодно повреждаются пожарами миллионы гектаров леса, наносится ущерб населенным пунктам и объектам инфраструктуры, гибнут люди. Изучение процессов, происходящих при природных пожарах необходимо для понимания генезиса этого явления и выработки мер по снижению ущерба, наносимого природными пожарами. Одной из наименее изученных областей лесной пирологии являются торфяные и почвенные пожары. Поэтому диссертационная работа Д.П. Касымова. «Экспериментальные и теоретические исследования зажигания торфа и древесины от природных пожаров», посвященная исследованиям характеристик зажигания и горения торфа и древесины от природных пожаров является, несомненно, актуальной. Исследование определяет целый круг задач, связанных с механизмами перехода одного типа пожара в другой, разработкой и уточнением существующих требований по противопожарной безопасности при строительстве в лесных массивах и вблизи торфяных залежей. Тема исследований является актуальной и важной с точки зрения получения фундаментальных результатов и основ для решения прикладных задач, в том числе, для прогнозирования пожарной опасности при различных природных факторах.

### **Содержание работы**

Во *введении* обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, обосновывается научная новизна

и практическая значимость, перечислены выносимые на защиту положения, дано краткое изложение диссертации по главам.

В *первой главе* освещается современное состояние экспериментальных и теоретических исследований режимов зажигания и горения торфа, его теплофизических, термокинетических и фильтрационных характеристик, а также проанализированы работы, посвященные физико-математическому моделированию теплофизических процессов при зажигании и горении древесины. Следует подчеркнуть, что представленный обзор ключевых российских и зарубежных работ по теме диссертации носит аналитический характер, он свидетельствует о широкой эрудиции автора, его знакомстве как с отечественными, так и зарубежными исследованиями в выбранной научной области.

*Вторая глава* посвящена исследованию зажигания торфа от низового лесного пожара и особенностям заглубления горения при пожарах на торфянике. В первом параграфе этой главы дается описание лабораторного оборудования и методики проведения эксперимента по зажиганию торфа от низового лесного пожара, излагаются результаты исследования поля температур на поверхности торфа и в его массе, а также приводятся скорости горения торфа в зависимости от влагосодержания и ботанического состава. Во втором параграфе представлено экспериментальное исследование механизма заглубления очага горения в торфе. Приводится описание методики проведения эксперимента, зависимости влияния начального влагосодержания и ботанического состава торфа на механизм заглубления фронта горения в его массу. Третий параграф посвящен численному моделированию зажигания торфа от низового лесного пожара. В нем дается постановка задачи, приводится основная система уравнений с начальными и граничными условиями, методика расчета и результаты численного решения.

В *третьей главе* приведены экспериментальные и теоретические исследования воздействия очага горения на образцы древесины различного профиля. В первом параграфе описывается лабораторное оборудование и методика проведения эксперимента с использованием термпарного метода измерения температуры, излагаются результаты исследования. Во втором параграфе представлена методика проведения эксперимента с использованием методов ИК-диагностики. Проводится анализ тепловизионных данных, полученных в эксперименте, излагаются его основные результаты. В третьем параграфе приводится численное решение трехмерной задачи о зажигании деревянного образца в результате действия очага пожара на базе

математической модели пористой реагирующей среды. Дается постановка задачи, основные допущения, система уравнений, исходные данные и методика расчета. Изложены основные результаты численного решения и их анализ.

В *заключении* сформулированы основные результаты и выводы, полученные на основе настоящей диссертационной работы.

### **Основные научные результаты диссертации**

К *новым научным результатам* диссертационной работы можно отнести следующие.

- Результаты экспериментального и теоретического исследования зажигания и горения торфа при воздействии очага низового лесного пожара.

- Экспериментально полученные оценки скоростей распространения фронта горения торфа в горизонтальной и вертикальной плоскости при различных условиях расположения очага горения низового лесного пожара и в зависимости от начального влагосодержания и ботанического состава торфа на механизм заглубления фронта горения в его массу.

- Результаты экспериментальных исследований влияния очага горения на деревянные образцы различного профиля.

- Численное решение трехмерной задачи о зажигании деревянного образца в результате действия очага пожара на базе математической модели пористой реагирующей среды.

**Достоверность** полученных результатов обеспечена глубоким знанием предметной области и выполненными ранее исследованиями, корректностью постановок экспериментальных и расчетных задач, использованием эффективных численных методов, совпадением расчетных и экспериментальных данных, сравнением собственных результатов с данными других авторов.

**Практическая значимость** диссертации Д.П. Касымова заключается в том, что полученные им результаты могут быть использованы при разработке нормативных документов по локализации и тушению пожаров на торфяниках, а также для уточнения требований пожарной безопасности для населенных пунктов и объектов инфраструктуры, расположенных в лесных массивах и вблизи торфяных залежей.

Работа написана квалифицированно и лаконично, хорошо оформлена.

Основные результаты автора изложены в 28 публикациях, в том числе в 6 публикациях в журналах, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата

наук, включая 4 статьи в изданиях, индексируемых в базах цитирования Web of Science и Scopus. Материалы диссертации докладывались на 19 международных и всероссийских конференциях.

Автореферат достаточно полно и корректно отражает содержание работы.

#### **Замечания и пожелания по диссертации**

1. К сожалению, автор не рассматривает вопрос о масштабировании полученных результатов, возможности их распространения на реальные природные объекты. Этот вопрос связан с установлением критериев подобия процессов горения в лабораторных и естественных условиях, что повысило бы научную и практическую значимость работы.
2. На стр. 62, рис. 2.10 приведены графики изменения температуры термопар в эксперименте по зажиганию слоя торфа. Температура термопары 6 начинает резко снижаться при времени около 1000 с, при этом температура термопары 3, расположенной на том же самом удалении от края образца, еще длительное время соответствует температуре в зоне горения торфа. Данный факт требует отдельного пояснения, т.к. он может быть связан как с неоднородностью образца в конкретно взятом эксперименте, так и с особенностью процесса зажигания образца торфа.
3. Как показывают наблюдения за катастрофическими пожарами населенных пунктов в Хакасии в 2015 году, в первую очередь загораются тонкие горючие материалы, проводники горения – заборы, штакетники, крыши и лишь затем начинают гореть срубы. Таким образом здесь также имеет место своеобразная анизотропная среда горючих материалов, и, на наш взгляд, при моделировании возникновения пожаров в населенных пунктах следует это учитывать. Непосредственное зажигание бревенчатого сруба от степного пожара представляется маловероятным.
4. Имеются вопросы по образцам древесины в эксперименте (п. 3.1.1, рисунки 3.2 и 3.3, стр. 76) Указанный диаметр цилиндра 2,5 см не согласуется ни с высотой образца 17 см, ни с фотографией на рис. 3.2.
5. В третьей главе (п.3.2) автор исследует в лабораторных условиях зажигание экспериментальных образцов древесины плоской и оцилиндрованной формы в результате воздействия фронта лесного пожара для установления характеристик воспламенения и горения, а также установления теплонапряженных участков на испытываемых образцах с помощью термопарного метода и методов ИК-диагностики. При этом абсолютные значения температуры, измеренной термопарами, значительно

ниже температуры поверхности образцов, полученной при помощи методов ИК-диагностики. Требуется объяснить данное расхождение.

6. На стр. 102 в табл. 3.6 приведено время зажигания различных пород древесины. При этом наблюдается рост времени зажигания с ростом плотности древесины. Данный факт требует обоснования, т.к. известно, например, что энергия воспламенения древесины кедра ниже, чем у древесины сосны при том, что плотность древесины кедра меньше.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку проведенных в диссертации исследований и квалификации автора.

### **Заключение**

Оценивая диссертацию Касымова Д.П. в целом, можно сделать вывод, что она является завершенной научно-квалифицированной работой, посвященной решению важной научной проблемы прогнозирования и предотвращения природных пожаров.

В целом, по уровню решаемых задач, научной новизне, практической значимости, объему и важности полученных результатов работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника, а ее автор Денис Петрович Касымов заслуживает присуждения искомой степени.

Официальный оппонент – заведующий кафедрой системотехники  
Сибирского государственного технологического университета,  
доктор технических наук

(06.03.03 – Лесоведение, лесоводство, лесные пожары и борьба с ними),

профессор

Доррер Георгий Алексеевич

Служебный адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Сибирский государственный технологический  
университет»

e-mail: [sibgtu@sibgtu.ru](mailto:sibgtu@sibgtu.ru), сайт организации: <http://www.sibgtu.ru/>

служебный телефон: (391) 227-23-73

Подпись Г.А. Доррера заверяю:

Начальник общего отдела СибГТУ



М.И. Белугина

03 ДЕК 2015