

European Journal of Technical and Natural Sciences

Nº 1 2018

European Journal of Technical and Natural Sciences

Scientific journal
№ 1 2018

ISSN 2414-2352

Editor-in-chief Hong Han, China, Doctor of Engineering Sciences

International editorial board

Andronov Vladimir Anatolyevitch, Ukraine, Doctor of Engineering Sciences
Bestugin Alexander Roaldovich, Russia, Doctor of Engineering Sciences
S.R. Boselin Prabhu, India, Doctor of Engineering Sciences
Frolova Tatiana Vladimirovna, Ukraine, Doctor of Medicine
Inoyatova Flora Ilyasovna, Uzbekistan, Doctor of Medicine
Kambur Maria Dmitrievna, Ukraine, Doctor of Veterinary Medicine
Kurdzeka Aliaksandr, Russia, Doctor of Veterinary Medicine
Khentov Viktor Yakovlevich, Russia, Doctor of Chemistry
Kushaliyev Kaiser Zhalitovich, Kazakhstan, Doctor of Veterinary Medicine
Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna, Uzbekistan, Doctor of Biological Sciences
Manasaryan Grigoriy Genrihovich, Armenia, Doctor of Engineering Sciences
Martirosyan Vilen Akopovna, Armenia, Doctor of Engineering Sciences
Miryuk Olga Alexandrovna, Kazakhstan, Doctor of Engineering Sciences
Nagiyev Polad Yusif, Azerbaijan, Ph.D. of Agricultural Sciences
Nemikin Alexey Andreevich, Russia, Ph.D. of Agricultural Sciences
Nenko Nataliya Ivanovna, Russia, Doctor of Agricultural Sciences

Ogirko Igor Vasilievich, Ukraine, Doctor of Engineering Sciences
Platov Sergey Iosifovich, Russia, Doctor of Engineering Sciences
Rayiha Amenzade, Azerbaijan, Doctor of architecture
Shakhova Irina Aleksandrovna, Uzbekistan, Doctor of Medicine
Skopin Pavel Igorevich, Russia, Doctor of Medicine
Suleymanov Suleyman Fayzullaevich, Uzbekistan, Ph.D. of Medicine
Tegza Alexandra Alexeevna, Kazakhstan, Doctor of Veterinary Medicine
Zamazay Andrey Anatolievich, Ukraine, Doctor of Veterinary Medicine
Zhanadilov Shaizinda, Uzbekistan, Doctor of Medicine

Proofreading Kristin Theissen
Cover design Andreas Vogel
Additional design Stephan Friedman
Editorial office Premier Publishing s.r.o. Praha 8
– Karlín, Lyčkovo nám. 508/7, PSC 18600
E-mail: pub@ppublishing.org
Homepage: ppublishing.org

European Journal of Technical and Natural Sciences is an international, German/English/Russian language, peer-reviewed journal. It is published bimonthly with circulation of 1000 copies.

The decisive criterion for accepting a manuscript for publication is scientific quality. All research articles published in this journal have undergone a rigorous peer review. Based on initial screening by the editors, each paper is anonymized and reviewed by at least two anonymous referees. Recommending the articles for publishing, the reviewers confirm that in their opinion the submitted article contains important or new scientific results.

Premier Publishing s.r.o. is not responsible for the stylistic content of the article. The responsibility for the stylistic content lies on an author of an article.

Instructions for authors

Full instructions for manuscript preparation and submission can be found through the Premier Publishing s.r.o. home page at: <http://www.ppublishing.org>.

Material disclaimer

The opinions expressed in the conference proceedings do not necessarily reflect those of the Premier Publishing s.r.o., the editor, the editorial board, or the organization to which the authors are affiliated.

Premier Publishing s.r.o. is not responsible for the stylistic content of the article. The responsibility for the stylistic content lies on an author of an article.

Included to the open access repositories:



© Premier Publishing s.r.o.

All rights reserved; no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission of the Publisher.

Typeset in Berling by Ziegler Buchdruckerei, Linz, Austria.

Printed by Premier Publishing s.r.o., Vienna, Austria on acid-free paper.

*Saveliev Dmytro Igorevich,
Post Graduate Student, Faculty of Operational and Rescue Forces
E-mail: saveliev.dmitriy86@gmail.com*

*Khrystych Olena Valeryevna,
Candidate of Technical Sciences, Faculty of Operational and Rescue Forces
E-mail: el-green@ukr.net*

*Kirieiev Oleksandr Aleksandrovich,
Doctor of Technical Sciences, Faculty of Operational and Rescue Forces
National University of Civil Protection of Ukraine
E-mail: 53kireev@gmail.com*

BINARY FIRE-EXTINGUISHING SYSTEMS WITH SEPARATE APPLICATION AS THE MOST RELEVANT SYSTEMS OF FOREST FIRE SUPPRESSION

Abstract: The authors considered the possibility of enhancing forest fire suppression efficiency by constructing fire breaks by means of binary fire-extinguishing systems, including gel-forming and foam-forming. The functional characteristics of the compositions under investigation were analyzed and optimized with regard to their fire-retardant properties. The method of application of the compositions was suggested and the plant for separate application of the fire-retardant substance for forest fire suppression with the help of gel-forming systems was tested.

Keywords: forest fire suppression, fire break, binary fire-extinguishing means, gel-forming systems, foam-forming systems, simultaneous and separate application, functional characteristics of fire-extinguishing compositions, effective isolation of flammable substances.

*Савельев Дмитрий Игоревич,
адъюнкт, факультет оперативно-спасательных сил
E-mail: saveliev.dmitriy86@gmail.com*

*Христич Елена Валерьевна,
канд.техн.наук, факультет оперативно-спасательных сил
E-mail: el-green@ukr.net*

*Киреев Александр Александрович,
докт. техн. наук, доцент, факультет оперативно-спасательных сил
Национальный университет гражданской защиты Украины
E-mail: 53kireev@gmail.com*

БИНАРНЫЕ ОГNETУШАЩИЕ СИСТЕМЫ С РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ, КАК НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: Рассмотрены результаты исследования возможности повышение эффективности тушения лесных пожаров за счет применения при создании заградительных полос бинарных огнетушащих

систем, с высокими оперативными огнезащитными свойствами (пенообразующие системы с внешним пенообразованием и гелеобразующие огнетушащие системы). Экспериментально определены функциональные характеристики предложенных композиций, проведена оптимизация состава, предложен метод и апробирована установка с отдельной подачей огнетушащего вещества для тушения пожаров гелеобразующими составами.

Ключевые слова: тушение лесных пожаров, заградительная полоса, бинарные огнетушащие средства, гелеобразующие системы, пенообразующая система, одновременно-отдельная подача, функциональные характеристики огнетушащих композиций, эффективная изоляция горючих веществ.

Постановка проблемы: Статистика чрезвычайных ситуаций показывает, что доля природных пожаров и вызываемых ими последствий составляет приблизительно 24% от общего числа чрезвычайных ситуаций природного характера. Леса выполняют общемировую экологическую, защитную и средообразующую функции, а также удовлетворяют различные потребности промышленности и общества, являются для нашего лесодефицитного государства не только экологическим, но и важным экономическим аспектом. Поэтому актуальным направлением обеспечения сохранности лесов является их защита от пожаров. Разнообразие возникновения и распространения лесных пожаров оставляет интерес открытым к проблеме предотвращения и тушения лесных пожаров. Для предотвращения возникновения пожаров, проводятся различные профилактические мероприятия. Одним из эффективных упреждающих методов по борьбе с лесными пожарами является создание минерализованных полос. Минерализованные полосы представляют собой искусственно созданные почвенные полосы, очищенные от горючих материалов, которые могут быть: заградительными или опорными [1]. Также минерализованные полосы могут быть самостоятельными, противопожарными барьерами или входить в состав сложного (комбинированного) противопожарного барьера. Заградительные минерализованные полосы создают для остановки и тушения лесных пожаров. Заградительные минерализованные полосы прокладывают вдоль полос отвода земель у железнодорожных и авто-

мобильных дорог, трубопроводов, линий электропередачи, обеспечивая защиту от пожаров на землях лесного фонда. При очаговых возгораниях заградительная минерализованная полоса оказывает положительное влияние, препятствуя распространению низового пожара.

В последнее время для увеличения эффективности борьбы с лесными пожарами предлагается применение таких аспектов: использование химического замедлителя горения – хлорида магния (бишофита); привлечение авиации; использования водо-пенных средств пожаротушения, использованием метода контролируемого выгорания, а также применение гелеобразующих огнетушащих систем для создания заградительных полос [2–5]. Одним из перспективных направлений исследований является разработка метода и подбор эффективных компонентов бинарных огнетушащих средств, позволяющие уменьшить расход ОВ на тушение, уменьшить время тушения и сократить ущерб от действия входящих в состав веществ.

Общая задача исследования: Целью работы является рассмотрение возможности повышение эффективности тушения лесных пожаров за счет применения при создании заградительных полос средств с высокими оперативными огнезащитными свойствами пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) и гелеобразующих огнетушащих систем (ГОС), определение оптимальных составов и способов подачи бинарных огнетушащих веществ.

Результаты и обсуждения: Эффективность огнетушащих веществ определяется комплексом их

свойств. Так огнетушащие свойства определяются четырьмя основными составляющими: способностью охлаждать зону горения или поверхность горючего материала, ингибирующим, изолирующим и разбавляющим действием. Важной характеристикой для бинарных жидкофазных средств с огнезащитными свойствами являются, также небольшие потери при их нанесении на лесные горючие материалы. Рассмотренные в ходе работы гелеобразующие огнетушащие и пенообразующие системы представляют собой два отдельно хранящихся и отдельно подаваемых в очаг горения раствора. Компоненты гелеобразующего раствора подобраны таким образом, чтобы при их смешении образовывался нетекучий слой геля. Основным компонентом такого геля является вода, которая обеспечивает такому ОВ высокие охлаждающие свойства. Другие компоненты подбираются так, чтобы обеспечить составу высокие огнезащитные характеристики.

Ранее рассмотренные методы тушения низовых лесных пожаров с помощью ГОС [5; 6], имеют некоторые недостатки (возможность проникновения пламени под слоем геля). Как альтернативный способ было предложено использовать пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) [7]. В качестве пенообразующих систем нами были выбраны насыщенные растворы компонентов с пенообразователем (ПО) 6%: $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (ПОС1); $\text{NaHCO}_3 + \text{аммофос}$ (ПОС2); $\text{NaHCO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (ПОС3); углеаммонийная соль + $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (ПОС4); углеаммонийная соль + аммофос (ПОС5); углеаммонийная соль + $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (ПОС6).

В качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ) использовались пенообразователь общего назначения «Альпен», «Морской» и пищевой пенообразователь-экстракт мыльного корня (ЭМК). В результате лабораторных исследований были определены некоторые характеристики стойкости и кратности пены, а также огнепреграждающие свойства лесной подстилки обработанной пенообразующими системами [8].

Основным достоинством ПОС является то, что образуемая в ней пена обладает большими проникающими способностями в сравнение с ГОС. В ПОС предусматривается отдельная подача двух жидких компонентов с пенообразователем в распыленном виде. При попадании на лесную подстилку компоненты смешиваются и образуют пену. Данная система позволяет образовывать пену, как на поверхности, так и в слоях подстилки. Для образования пены в слоях подстилки необходима последовательная подача компонентов, что обеспечивает проникновение компонентов в глубь подстилки.

Известно, что важным механизмом прекращения горения является изоляция горючих веществ от поступления к его поверхности кислорода. Изоляция особенно важна на стадии гетерогенного горения карбонизованного остатка целлюлозосодержащих материалов. Изолирующее действие является доминирующим механизмом при тушении пенами. Однако пены быстро стекают с вертикальных и наклонных поверхностей, что делает их малоэффективными при тушении ТГМ. Кроме того пены разрушаются под действием интенсивного теплового излучения. Этих обоих недостатков лишены гелеобразные слои. Они прочно удерживаются на всех видах ЛГМ и во влажном виде надёжно изолируют во времени материал от поступления к его поверхности кислорода.

Поэтому для дальнейшего исследования [9] объектом были выбраны составы ГОС $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$, при отдельном нанесении компонентов которого создаётся наиболее эффективный огнепреграждающий слой. Экспериментально исследовано влияние концентрации компонентов ГОС, масса и временем сушки покрытия на время огнезащитного действия ГОС в случае использования отдельной подачи компонентов. В качестве лабораторного модельного очага низового лесного пожара была воспроизведена лесная подстилка из соснового опада размером (10 × 10)

см, загрузкой 25 г, что соответствует удельной загрузке $2,5 \text{ кг/м}^2$, и толщине 5 см. В качестве количественного показателя огнезащитного действия гелеобразующих составов было принято время воспламенения верхней части модельного очага низового лесного пожара в условиях действия открытого пламени. Огневое воздействие производилось с помощью газовой горелки. Высота пламени была на 5 см выше верней части модельного очага. При этом горелка устанавливалась так чтобы центр пламени находился на расстоянии 2 см в к середине модельного очага.

Обработка полученных результатов выполнена с использованием методов теории планирования эксперимента [10]. С учётом химической совместимости компонентов ГОС и условия возможности быстрого гелеобразования были определены уровни варьирования этих факторов, а именно – уменьшение значения концентрации $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ в ГОС, даёт наибольший эффект и ведёт к увеличению огнезащитной способности покрытия. Увеличение массы нанесенного покрытия улучшает время огнезащитного действия. Так же установлена взаимосвязь между временем сушки обработанного участка и временем огнезащитного действия. В рамках изучаемого предела показатели времени сушки уменьшают время огнезащитного действия. В результате исследования установлено, что максимальное значение времени воспламенения (максимальная огнезащитная эффективность) гелеобразующей системы ($\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$) достигается при минимальных значениях концентрации $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{ SiO}_2$ и времени сушки обработанного участка, а также при максимальных значениях концентрации CaCl_2 и массы нанесенного огнезащитного покрытия. При этом нужно иметь в виду, что концентрацию $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{ SiO}_2$ нельзя уменьшить ниже концентрации 5% во избежание потери способности к гелеобразованию, а максимальное значение концентрации хлорида кальция 35%. На основании экспериментальных исследований была установ-

лена взаимосвязь между её временем воспламенения и концентрациями компонентов, массой ГОС, временем сушки обработанного участка. Установлено, что ГОС оптимального состава обеспечивает время огнезащитного действия более 20 минут при удельном расходе 1 г/см^2 при времени сушки до 45 мин [9].

Известно, что при тушении пожаров большое значение имеет огнезащитное действие ОВ, которое определяется в основном изолирующими и теплозащитными свойствами. Кроме того, существенное значение имеет такой интегральный показатель как коэффициент использования ОВ, который определяется долей его непроизводительных потерь. Коэффициент использования зависит от способа подачи ОВ и его физико-химических свойств.

Поэтому по результатам теоретических и экспериментальных исследований был предложен метод тушения и ограничения распространения лесных пожаров с использованием гелеобразующих огнетушащих систем путем образования и удержание водосодержащего слоя в среде лесной подстилки с использованием гелей, а также апробирована установка с отдельной подачей ОВ для тушения пожаров гелеобразующими составами. Поставленная задача решается тем, что компоненты для образования геля подаются раздельно-последовательно, что обеспечивает образование геля как во внутренних слоях лесной подстилки, так и на ее поверхности, что предотвращает распространение горения или тления по обработанной полосе. Способ подачи компонентов предлагается раздельно-последовательный – подают к очагу пожара в виде распыленных или компактных струй, направляя на полосу лесной подстилки шириной 1 м. Первым подают раствор гелеобразователя с коагулятором, а с интервалом несколько секунд подают раствор катализатора гелеобразования, что обеспечивает первоначально пропитку слоя лесной подстилки раствором гелеобразователя и после этого образования геля во всем смачиваемом объеме.

В то же время слой геля образуется на ветвях нижнего яруса леса. При попадании на поверхности между компонентами растворов также происходит взаимодействие, которое в течение времени до 1с приводит к образованию слоя твердого геля, чем обеспечивается предотвращение распространения пламенного горения над негорючей полосой шириной 1 м. Гель способен закрепляться на вертикальных и наклонных поверхностях. За время реакции растворы успевают затекать на обратные поверхности ветвей, поэтому гель охватывает ветвь со всех сторон.

Важным экологическим аспектом и преимуществом ГОС перед традиционными методами создания огнезащитных полос является уменьшение потерь лесных насаждений – растения, обработанные ГОС, не погибают. Также в состав разработанного состава ГОС входит хлорид кальция, являющийся отходом производства соды, т.е. использование данного компонента гелеобразующей системы даст возможность решить проблему утилизации многотоннажных отходов и сохранения окружающей среды.

Выводы: В ходе работы рассмотрены возможности повышения эффективности тушения лес-

ных пожаров за счет применения при создании заградительных полос бинарных огнетушащих систем с высокими оперативными огнезащитными свойствами пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) и гелеобразующих огнетушащих систем (ГОС). По результатам исследований разработан новый эффективный метод тушения лесных пожаров с использованием гелеобразующих огнетушащих систем, экспериментально определены функциональные характеристики предложенных гелеобразующих огнетушащих композиций, проведена оптимизация состава гелеобразующих композиций с учётом огнетушащих и огнезащитных свойств и экономической эффективности; также апробирована установка с отдельной подачей ОВ для тушения пожаров гелеобразующими составами.

Таким образом, применение предложенного способа тушения низовых лесных пожаров гелями позволяет осуществлять эффективное тушение процесса горения лесной подстилки и ограничения распространения низовых лесных пожаров, а также осуществить решение существенной экологической задачи переработки отходов химического производства.

Список литературы:

1. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Швиденко А. Й. Лісова пірологія. – К.: Агропромвидав України, – 1999. – 172 с.
2. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними / Е. С. Арцыбашев. – Л.: ЛенНИИЛХ, – 1986. – 152 с.
3. Москвилін Е. А. Применение авиации для тушения лесных пожаров // Пожарная безопасность. – 2009. – № 1. – С. 89–92. Хасанов И. Р., Москвилін Е. А. Авиационные методы тушения лесных пожаров. Крупные пожары: предупреждение и тушение. Материалы XVI научно-практической конференции. – Ч. 2. – М. – 2001. – С. 391–392.
4. Carlson G. P. What's all the talk about class A foam // Fire engineering. – 1991. – V. 144. – No. 10. – P. 10–12. Rochnu R. High expansion foam as a fire break // Wildfire – 1999. – V. 8. – No. 3. – P. 27–30. Rawet D., Smith R., Kravaninis G. A comparison of water additions for mopping up after forest fire // International Journal Wildland Fire. – 1996. – V. 6. – No. 1. – P. 37–43.
5. Сумцов Ю. А., Киреев А. А., Бабенко А. В. Совершенствование жидкостных средств тушения лесных пожаров // Збірник наукових праць «Пожежна безпека» – Львів: СПОЛОМ. – 2005. – № 6. – С. 29–31.

6. Кіреєв О. О., Бабенко О. В., Аналіз шляхів підвищення вогнегасної ефективності рідинних засобів пожежогасіння // Проблеми пожежної безпеки.– 2002.– Вып. 11.– С. 101–104.
7. Киреев А. А. Экспериментальное исследование охлаждающего действия гелеобразующих огнетушащих составов // Проблеми пожежної безпеки”,– 2007. вып. 22,– С. 87–93.
8. Киреев А. А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / А. А. Киреев, А. Н. Коленов // Проблеми пожежної безпеки.– 2008.– вып. 24.– С. 50–53.
9. Савельев Д. И. Экспериментальные исследования огнепреграждающих свойств лесной подстилки, обработанной пенообразующими системами / Д. И. Савельев, А. А. Киреев, К. В. Жерноклев // Проблеми пожежної безпеки.– Х.: НУЦЗУ,– 2016.– Вып. 40.– С. 169–173. Режим доступа: URL: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/Saveliev.pdf>.
10. Савельев Д. И. Повышение эффективности использования гелеобразующих составов при борьбе с низовыми лесными пожарами / Савельев Д. И., Киреев А. А., Жерноклев К. В. // Проблеми пожежної безпеки.– Х.: НУЦЗУ,– 2016.– Вып. 39.– С. 237–242.
11. Винарский В. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / В. С. Винарский, М. В. Лурье.– Киев: Техника,– 1975.– 168 с.

Contents

Section 1. Architecture	3
<i>Knysh Valerii Ivanovych</i> TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE OF MULTI-APARTMENT HOUSING IN THE DYNAMICS OF CHANGE IN DEMAND FOR THE MODERN REAL ESTATE MARKET OF UKRAINE	3
<i>Storozhuk Svetlana Sergeevna</i> METHODICAL ASPECTS OF ESTIMATION OF FACTORS OF INFLUENCE ON REORGANIZATION OF DEPRESSIVE ECONOMIC AREAS.....	7
Section 2. Information technology	12
<i>Koshkina Ksenia Valeryevna, Akhmetshin Dinar Agzyamovich, Nuriev Nail Kashapovich</i> ENTWICKLUNG VON SIMULATIONSMODELLEN VON PÄDAGOGISCHEN TESTS.....	12
Section 3. Mechanics	20
<i>Klimov S. V., Nikolayev V. A., Klimov V. S.</i> EFFICIENCY OF TRANSFORMATION FOR INERTIAL FORCES OF ROTATING WITH VARIABLE ANGULAR VELOCITY OF UNBALANCED MASSES INTO KINETIC TRANSLATIONAL ENERGY OF THE SUPPORTING BODY	20
Section 4. Technical science	27
<i>Taimanov Mikhail Alexandrovich, Lavirko Yuri Vasilevich</i> REDUCTION IN EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES ENERGY BOILERS.....	27
<i>Saveliev Dmytro Igorevich, Khrystych Olena Valeryevna, Kirieiev Oleksandr Aleksandrovich</i> BINARY FIRE-EXTINGUISHING SYSTEMS WITH SEPARATE APPLICATION AS THE MOST RELEVANT SYSTEMS OF FOREST FIRE SUPPRESSION	31
Section 5. Physics	37
<i>Barykinsky Gennady Mikhailovich</i> THE LAW OF SCALING OF FUNDAMENTAL PROPERTIES OF ELEMENTARY PARTICLES	37