

Научная статья

УДК 630.432.33; DOI: 10.61260/2307-7476-2024-4-50-55

СПОСОБ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

✉ **Мартынов Максим Антонович.**

ООО «ТОМУС», Москва, Россия

✉ ferrotank@gmail.com

Аннотация. Рассматривается проблема доставки и сбрасывания огнетушащего вещества в очаг возникновения пожара. Анализируются разные виды огнетушащих веществ и систем. Наиболее эффективным способом представляется тушение с помощью взрывной волны. Автором проводится патентный поиск систем, использующих для тушения пожара взрывную волну. Определяются достоинства и недостатки каждого способа. Так, основными недостатками являются: невозможность полного тушения пожара в верховой зоне, риск сильного повреждения деревьев, дороговизна, высокая технологичность решения. Предлагается техническое решение, учитывающее недостатки существующих систем. В качестве огнетушащей системы предлагается создание эффективной ударной волны в верховой зоне лесного пожара, создаваемой с помощью доставляемых пожароподавляющих устройств с наполнителем и диспергирующим зарядом взрывчатого вещества. Описывается сущность системы, принцип действия и схемы срабатывания устройства.

Ключевые слова: взрывная волна, тушение природных пожаров, огнетушащее вещество, способ тушения пожара, беспилотный летательный аппарат

Для цитирования: Мартынов М.А. Способ тушения лесных пожаров // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2024. № 4 (52). С. 50–55. DOI: 10.61260/2307-7476-2024-4-50-55.

Scientific article

WILDFIRE SUPPRESSION METHOD

✉ **Martynov Maksim A.**

LLC «TOMUS», Moscow, Russia

✉ ferrotank@gmail.com

Abstract. The problem of delivery and dumping of fire extinguishing agent into the fire source is considered. Different types of fire extinguishing agents and systems are analyzed. The most effective way seems to be extinguishing with a blast wave. The author conducts a patent search for systems using a blast wave to extinguish a fire. The advantages and disadvantages of each method are determined. So, the main disadvantages are: the inability to completely extinguish a fire in the riding area, the risk of severe damage to trees, the high cost, and the high technology of the solution. A technical solution is proposed that takes into account the disadvantages of existing systems. As a fire extinguishing system, it is proposed to create an effective shock wave in the riding zone of a forest fire, created using supplied fire suppression devices with filler and a dispersing explosive charge. The essence of the system, the principle of operation and the device operation scheme are described.

Keywords: blast wave, extinguishing natural fires, extinguishing agent, fire extinguishing method, unmanned aerial vehicle

For citation: Martynov M.A. Wildfire suppression method // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2024. № 4 (52). P. 50–55. DOI: 10.61260/2307-7476-2024-4-50-55.

Введение

В настоящее время наблюдается увеличение количества природных пожаров. Только на территории Российской Федерации в год возникает до 35 тыс. лесных пожаров, а ущерб составляет около 20 млрд руб. [1]. Проблема эффективности тушения природных пожаров

остро обсуждается на государственном уровне. Так, в Госдуму вводятся законопроекты, позволяющие повысить оперативность тушения лесных пожаров [2]. Несмотря на обилие существующих способов и разработку новых законопроектов, проблема эффективности тушения до сих пор остается актуальной. Это особенно важно в контексте того, что способ тушения должен быть максимально эффективен для разных форм пожаров. Выделяют следующие формы пожаров: наземный беглый, наземный устойчивый, верховой медленный и верховой быстрый («ураганный огонь») [3]. Позже В.Г. Нестеров предложил стволовой и пневмой виды пожаров [4].

Цель исследования – определение простого, доступного и надёжного способа доставки и срабатывания заряда во время тушения природного пожара.

Задачи исследования:

1. Изучить научную литературу по вопросу способов срабатывания огнетушащего заряда.

2. Произвести патентный поиск по системам, отвечающим заданному критерию.

3. Предложить наиболее эффективную огнетушащую систему.

Методы исследования: анализ литературы и документации, описание и сравнение.

Основная часть

Борьба с лесными природными пожарами имеет три основных составляющих, а именно:

1. Эффективное обнаружение в начале возникновения пожаров.

2. Доставка огнетушащего вещества, обеспечивающего управление тактикой тушения.

3. Эффективное химическое соединение, гарантированно прекращающее доступ кислорода в зону горения.

Существуют следующие способы и технические средства тушения лесных пожаров: захлестывание огня, прокладка заградительных и опорных минерализованных полос, засыпка кромки лесного пожара грунтом, отжиг горючих материалов перед кромкой лесного пожара, тушение водой и огнетушащими растворами [5].

В качестве огнетушащих веществ (ОТВ) применяются: вода, пена, порошковые составы, газообразные вещества, аэрозоли и др. Они делятся на ОТВ охлаждающего действия, ОТВ изолирующего действия, разбавляющие ОТВ и ингибирующие ОТВ [6].

Автором проанализированы инновационные системы, сделаны следующие выводы.

В патенте RU 2243014 описан способ тушения лесных пожаров, который частично позволяет достичь поставленной цели [7]. Он включает создание в верховой зоне пожара ударной волны путём одновременного сброса с пашками взрывчатого вещества или детонационным шнуром либо с помощью заранее установленных контейнеров со смесью огнетушащих веществ, способных к детонации от указанных шашек взрывчатого вещества или детонационного шнура.

Согласно изобретению, низовую зону пожара тушат с помощью модулей пожаротушения, которые сбрасывают с борта летательного средства или устанавливаются заранее по фронту пожара. Модули активируются от теплового или электрического импульса и осуществляют подачу ОТВ.

Преимущества данного метода заключаются в акцентировании внимания на предпочтительности тушения пожаров в верхней части лесного массива и использовании воздушного способа доставки средств пожаротушения (с помощью летательных аппаратов).

Однако недостатком является то, что авторы патента [7] не предложили эффективного решения задачи тушения пожаров именно в верхней зоне. Согласно описанию патента, «модули пожаротушения» сбрасываются в нижнюю часть лесного массива, активируются под воздействием внешних факторов и начинают подачу ОТВ.

Широкоизвестным снарядом для создания ударной волны при тушении пожаров является так называемое авиационное средство пожаротушения АСП-500 [8]. При несомненных достоинствах оно обладает следующими недостатками: большая масса (около 500 кг),

требующая специальных воздушных судов, способных поднять такой груз; огромная ударная волна, создающая опасность для деревьев и других участников пожаротушения; работа из низовой зоны (как в предыдущем примере).

Наиболее близким аналогом предложенного решения является метод, описанный в патенте RU 2111032 [9]. Он заключается в применении воздушной ударной волны. Волну создаёт доставка в зону возгорания специальных устройств с наполнителем и диспергирующим зарядом взрывчатого вещества, который активируется по управляющему сигналу. В роли наполнителя выступает огнетушащий состав.

В зависимости от характеристик пожара выбирают средства доставки пожароподавляющих устройств (ППУ) и огнетушащего состава. На заранее определённом участке подрывают диспергирующий заряд взрывчатого вещества непосредственно в зоне возгорания. Это формирует воздушную ударную волну, скоростной напор воздуха, продукты детонации и распыляет на этом участке огнетушащий состав с образованием мелкодисперсного облака.

Отличительной чертой метода является предварительное определение участков, на которых требуется срабатывание ППУ.

В зависимости от выбранных средств транспортировки устройств для подавления пожаров определяют параметр. При достижении заранее установленной величины этого параметра создаётся управляющий сигнал для активации диспергирующего заряда взрывчатого вещества.

Применяются устройства для подавления возгораний, оснащённые датчиками выбранного параметра. Эти датчики настроены на его определённое значение. Когда устройство приближается к зоне горения, и параметр достигает заданного значения, происходит детонация диспергирующего заряда взрывчатого вещества.

Размеры и расположение участков выбираются в зависимости от типа пожара и размеров образующегося мелкодисперсного облака огнетушащего состава.

Описанная технология обладает рядом преимуществ, поскольку обеспечивает активацию заряда в верхней зоне лесного пожара (в кронах деревьев). Однако она требует значительных финансовых затрат и является высокотехнологичной. Необходимо средство для передачи сигнала о срабатывании, которое должно быть заранее с высокой точностью доставлено к месту тушения. Кроме того, сбрасываемые снаряды должны быть оснащены датчиками для приёма сигнала. Очевидно, что эти датчики будут безвозвратно утрачены при активации взрывного устройства.

Верховые лесные пожары являются наиболее опасными [10]. В связи с этим автор предлагает способ, техническим результатом которого является создание эффективной ударной волны в верховой зоне лесного пожара.

Таким образом, анализируя имеющиеся и применяемые системы, способы и типы ОТВ, наряду с достоинствами, были выявлены недостатки применения имеющихся средств и тактик для тушения в очагах возникновения лесных природных пожаров.

Предлагаемая автором система относится к области противопожарной техники, а именно к способам тушения лесных пожаров с помощью взрывной волны. Основы такого тушения в целом разработаны на должном уровне.

Сущность решения

Способ тушения пожара основан на применении воздушной ударной волны [11]. Ее создаёт специальное устройство, содержащее наполнитель и диспергирующий заряд взрывчатого вещества. В роли наполнителя выступает огнетушащий состав.

На заранее определённом участке непосредственно в зоне возгорания подрывается диспергирующий заряд. Это формирует воздушную ударную волну, скоростной напор воздуха, продукты детонации. Система распыляет на этом участке огнетушащий состав с образованием мелкодисперсного облака.

Способ отличается следующими параметрами:

- доставка и сброс ППУ осуществляется беспилотными летательными аппаратами (БПЛА);
- срабатывание (взрыв) заряда ППУ происходит от механического сигнала, сообщённого устройству в момент осуществления сброса;
- срабатывание заряда ППУ происходит с заранее спроектированной задержкой;
- расстояние от БПЛА до места пожара (места срабатывания) определяется самим БПЛА на основе видеоданных, данных высотомера и лидара, при этом в память управляющей БПЛА ЭВМ (процессора, микро-ЭВМ) вносится информация о времени задержки;

– время задержки срабатывания заряда устанавливается с учётом мощности взрывного вещества (взрывной волны), чтобы не повредить сбрасывающий или соседние БПЛА.

Для реализации описанного метода предлагается специальное устройство для подавления пожаров. Оно состоит из следующих компонентов:

- ёмкость – резервуар с противопожарным агентом;
- корпусная часть с рассекателем;
- два или более разрывных заряда в герметичном чехле (пиропатроны);
- воспламенители разрывных зарядов;
- замедлители передачи огневого импульса;
- предохранительный узел;
- устройство инициирования.

Особенностью данного устройства является расположение зарядов в полости в центре ёмкости. Вокруг полости размещается вещество для тушения огня. На корпусной части имеется система исполнения с механизмом крепления к БПЛА и чека безопасности. Корпус – оболочка устройства – оснащён рассекателем, а само устройство выполнено с использованием полимерных материалов.

Принцип действия системы тушения основан на формировании из ёмкости ударной звуковой волны для сбива крошки пламени горения древесины. В ёмкости ППУ находится ОТВ, предотвращающее процесс окисления в крошке горения дерева.

Инициирование срабатывания заряда осуществляется механическим способом, например, путем срабатывания терочного воспламенителя после выдергивания хвостовика терки при сбросе, а также применении электронной системы дистанционного пуска воспламенителя. Кроме того, предусматривается рассекатель, поскольку он стабилизирует положение ППУ в полёте.

Срабатывание устройства происходит по схеме:

Вариант А

После того как устройство сбрасывает с БПЛА, происходит натяжение нити терочного воспламенителя и возгорание его состава. Кроме того, извлекается шток предохранительного узла. В результате огневой импульс от терочного устройства передаётся по каналу на замедлитель для возгорания состава воспламенителя. Также извлекается шток предохранительного узла, что позволяет передать огневой импульс от терочного устройства на замедлитель.

Вариант В

После того как устройство сбрасывает с БПЛА, происходит натяжение нити чеки безопасности. Это блокирует контакт воспламенителя. Одновременно активируется система генерации электроимпульса. Она работает за счёт вращения лопастей пропеллера генератора и создаёт постоянный ток, который поступает в конденсатор. Конденсатор питает датчик высоты и автоматический воспламенитель.

К обоим вариантам относится система инициализации:

- замедлительный состав, находящийся в металлическом корпусе, сгорая, обеспечивает время замедления около 3 сек., что соответствует высоте падения около 50 м;

– огневой форс передается на воспламенитель разрывного заряда, в результате воспламенения которого происходит активное газообразование и резкое повышение давления в резервуаре;

– происходит разрушение резервуара, разлет противопожарного агента с одновременным образованием фронта ударной волны.

В качестве основы устройства инициирования может быть использована диафрагма из полиэтилена с резьбовой частью для повышения надежности и прочности крепления. Оболочечно-корпусная часть ППУ может быть полностью или преимущественно выполнена из полимеров или с их участием (например, полиамида и полиэтилена).

В корпусе размещены узел воспламенения и предохранитель. В целях исключения передачи огневого импульса на замедлитель без удаления специальной чеки желательное использование предохранительного узла. Разрывной заряд совместно с воспламенителем обрабатывался как отдельно, так и в составе макета системы. На сегодняшний день изготовлено пять вариантов разрывного состава.

Заключение

Таким образом, автором статьи проанализированы способы тушения лесных пожаров. Наиболее эффективный – воздействие воздушной ударной волны. Предложен инновационный способ тушения пожаров, приведены его отличительные параметры. Описан принцип действия и две схемы срабатывания системы.

Список источников

1. Кректунов А.А., Залесов С.В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров. Екатеринбург: Уральский ин-т ГПС МЧС России, 2017. 162 с.
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/news/zakonoproekt_minprirody_kotoryu_pozvolit_povysit_operativn_ost_tusheniya_lesnykh_pozharov_odobren_dep/ (дата обращения: 09.10.2024).
3. Ушатин И.П. Лесная пирология: учеб. пособие. Воронеж: ГОУ ВПО «ВГЛТА», 2011.
4. Нестеров В.Г. Пожарная охрана лесов. М.: Гослесиздат, 1945. 176 с.
5. Методические рекомендации по применению сил и средств для тушения лесных пожаров (утв. МЧС России 16 июля 2014 г. № 2-4-87-9-18). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Илюшов Н.Я. Пожаровзрывоопасность. Огнетушащие вещества: учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.
7. Способ тушения лесных пожаров: пат. 2243014 Рос. Федерация: МПК А62С 3/02. / Селиверстов В.И. [и др.]; патентообладатели Селиверстов В.И., Стенковой В.И. № 2003127348/12; заявл. 10.09.03; опубл. 27.12.04.
8. Рыбас А.Л. Авиационное средство пожаротушения АСП-500 // Совершенствование гражданской обороны в Российской Федерации: материалы VII науч.-практ. конф. М.: Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России, 2010. С. 30–31. EDN SLJOAR.
9. Способ локализации и/или тушения пожаров и устройство для его реализации: пат. 2111032 Рос. Федерация: МПК А62С 3/02, В64Д 1/16. / Гуров А.И. [и др.]; заявитель и патентообладатель Международ. фонд попечителей Московского гос. авиационного технологического ун-та им. К.Э. Циолковского. № 971106264/12; заявл. 24.04.97; опубл. 20.05.98.
10. Валендик Э.И., Матвеев П.М., Софронов М.А. Крупные лесные пожары. М.: Наука, 1979.
11. Способ обнаружения и тушения пожаров и система для его осуществления: пат. 2800045 Рос. Федерация: МПК А62С 3/02, В64Д 1/16 / Мартынов М.А.; патентообладатель Мартынов М.А. № 2022120033; заявл. 21.07.22; опубл. 17.07.23.

References

1. Krektunov A.A., Zalesov S.V. Ohrana naseleennykh punktov ot prirodnykh pozharov. Ekaterinburg: Ural'skiy in-t GPS MCHS Rossii, 2017. 162 s.
2. Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii Rossijskoj Federacii. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/news/zakonoproekt_minprirody_kotoryy_pozvolit_povysit_operativn_ost_tusheniya_lesnykh_pozharov_odobren_dep/ (data obrashcheniya: 09.10.2024).
3. Ushatin I.P. Lesnaya pirologiya: ucheb. posobie. Voronezh: GOU VPO «VGLTA», 2011.
4. Nesterov V.G. Pozharnaya ohrana lesov. M.: Goslesizdat, 1945. 176 s.
5. Metodicheskie rekomendacii po primeneniyu sil i sredstv dlya tusheniya lesnykh pozharov (utv. MCHS Rossii 16 iyulya 2014 g. № 2-4-87-9-18). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
6. Ilyushov N.Ya. Pozharovzryvoopasnost'. Ognetchashchie veshchestva: ucheb. posobie. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2016.
7. Sposob tusheniya lesnykh pozharov: pat. 2243014 Ros. Federaciya: MPK A62C 3/02. / Seliverstov V.I. [i dr.]; patentoobladateli Seliverstov V.I., Stenkovoj V.I. № 2003127348/12; zayavl. 10.09.03; opubl. 27.12.04.
8. Rybas A.L. Aviacionnoe sredstvo pozharotusheniya ASP-500 // Sovershenstvovanie grazhdanskoj oborony v Rossijskoj Federacii: materialy VII nauch.-prakt. konf. M.: Centr strategicheskikh issledovanij grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii, 2010. S. 30–31. EDN SLJOAR.
9. Sposob lokalizacii i/ili tusheniya pozharov i ustrojstvo dlya ego realizacii: pat. 2111032 Ros. Federaciya: MPK A62C 3/02, B64D 1/16. / Gurov A.I. [i dr.]; zayavitel' i patentoobladatel' Mezhdunar. fond popечitelej Moskovskogo gos. aviacionnogo tekhnologicheskogo un-ta im. K.E. Ciolkovskogo. № 97106264/12; zayavl. 24.04.97; opubl. 20.05.98.
10. Valendik E.I., Matveev P.M., Sofronov M.A. Krupnye lesnye pozhary. M.: Nauka, 1979.
11. Sposob obnaruzheniya i tusheniya pozharov i sistema dlya ego osushchestvleniya: pat. 2800045 Ros. Federaciya: MPK A62C 3/02, B64D 1/16 / Martynov M.A.; patentoobladatel' Martynov M.A. № 2022120033; zayavl. 21.07.22; opubl. 17.07.23.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 10.08.2024; одобрена после рецензирования: 30.08.2024; принята к публикации: 02.09.2024

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 10.08.2024; approved after review: 30.08.2024; accepted for publication: 02.09.2024

Информация об авторах:

Мартынов Максим Антонович, технический руководитель ООО «ТОМУС» (119607, Москва, Раменский б-р, д. 1, оф. 66); аспирант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: ferrotank@gmail.com, SPIN-код: 8778-7830

Information about the authors:

Martynov Maxim A., technical manager of LLC «TOMUS» (119607, Moscow, Ramenskiy b-r, 1, of. 66); postgraduate student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), e-mail: ferrotank@gmail.com, SPIN: 8778-7830