

Н.В. Казаков

(Тихоокеанский государственный университет, e-mail: kazakov.nikolay@mail.ru)

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработан способ оперативного обнаружения и локализации возгораний леса. Даны оценки реализации проекта охраны лесных ресурсов.

Ключевые слова: локализация возгораний, оперативность, безопасность.

N.V. Kazakov

PATHS TO ENSURE FIRE SAFETY OF INDUSTRIAL FOREST EXPLOITATION

The mean of operative detection and localization of ignitions of wood is developed. Assessments of realization of the design of preservation of wood resources are given.

Key words: localization of ignitions, efficiency, safety.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 июня 2014 г.

Стабильность лесопромышленного предприятия существенно зависит от обеспеченности качественными древесными ресурсами и их сохранности. Предприятиям промышленного лесопользования необходимо решать комплекс противоречивых задач: с одной стороны, жизненно необходимо наращивать добычу лесных ресурсов неистощительными способами, с другой, их нужно сохранить в своем биоразнообразии и при этом повышать продуктивность возобновляемых запасов леса, в третьих, требуется охранять лесные угодья от пожаров, болезней и других стихийных бедствий.

С глобальной точки зрения, охрана леса, помимо сохранения сырьевого потенциала, является гарантом предотвращения неблагоприятных климатических изменений и основой существования многочисленных биотипов. В такой многолесной стране как Россия, **проблема лесных пожаров** приобрела общенациональный характер. При этом охваченные пожаром большие площади лесов кроме колоссального экономического ущерба, наносят огромный урон экологии в планетарных масштабах.

На решение данной проблемы направлены усилия многих специалистов. Разрабатываются новые и совершенствуются известные способы борьбы с лесными пожарами. Тем не менее, ситуация с лесными пожарами в регионах по всему миру становится критической, а актуальность обоснования возможности использования экологически безопасных и экономически целесообразных систем и средств для оперативной пожарной охраны лесных ресурсов постоянно возрастает.

Наиболее эффективным для решения задач **противопожарного мониторинга**, по оценкам специалистов, является применение **специального воздушно-разведывательного комплекса**, размещённого на **дистанционно-пилотируемых (ДП) беспилотных летательных аппаратах (БПЛА)** [1, 2].

Проведённый анализ информационных источников по данной проблеме позволил выделить наиболее существенные факторы применения авиационных способов охраны лесов:

а) противопожарный мониторинг обеспечивает возможность быстрого обнаружения возгораний, что повышает успешность их локализации;

б) оперативная доставка систем и средств тушения возгораний снижает потери лесных ресурсов и затраты на ликвидацию пожара;

в) существующие комплексы на базе БПЛА фактически неспособны обеспечить их эффективное применение для локализации пожара;

г) в атмосфере находится достаточное количество влаги, однако её извлечение и управляемая доставка к эпицентру пожара является трудной задачей.

Исходя из отмеченного, основной проблемой снабжения разведывательных БПЛА средствами пожаротушения является их низкая грузоподъемность и отсутствие удельно-эффективных (по весу) средств локализации охваченных огнем площадей леса. Поэтому противопожарные средства, которые может нести БПЛА в целях немедленной борьбы с обнаруженными возгораниями, должны быть легкими, дешевыми и иметь высокую эффективность. Основную долю веса в современных противопожарных средствах занимает вода. Это обусловлено её низкой стоимостью и относительно высокой эффективностью в тушении лесных пожаров. При этом в атмосфере находится достаточное количество воды, и применение способов её извлечения для целей тушения пожаров имеет большой исторический опыт. Тем не менее, практическое использование указанных способов оказалось низкоэффективным из-за непредсказуемости процессов образования осадков и мест их выпадения и другим причинам [3].

Очевидно, что снабжение разведывательных БПЛА средствами для оперативного тушения обнаруженных возгораний позволило бы на порядок повысить эффективность охраны лесов от пожаров. Однако здесь вступают в противоречие взлетный вес современных БПЛА и соответственно массовые параметры средств, используемых для локализации возгораний.

В связи с этим обоснование возможности использования экологически безопасных и экономически эффективных систем и средств оперативной пожарной охраны лесных ресурсов является актуальной задачей исследований.

Для реализации поставленной задачи разработаны и заявлены (приоритет от 15 марта 2013 г.) способ и одноразовое устройство для борьбы с возгоранием леса, обладающие очень низкой стоимостью и достаточно малым весом [4]. Суть проекта состоит в оборудовании лесной пожарной станции системой дистанционного автоматизированного наблюдения и идентификации возгораний на базе беспилотных и автоматических летательных аппаратов, способных оперативно локализовать обнаруженные возгорания. Звено из 5-6 БПЛА потенциально способно непрерывно патрулировать и оперативно локализовать возгорания на площади 70-80 тыс км² лесных ресурсов.

Совместить функции патрулирования и локализацию обнаруженных возгораний при лимите взлетного веса БПЛА удалось вследствие применения специализированного агрегата – кассеты, включающей в себя десятки тысяч лёгких *малогабаритных элементов (МЭ)*, способных при обнаружении и идентификации лесного возгорания начать *конденсировать и накапливать в себе атмосферную воду* (основной ингредиент огнегасящих устройств по показателю массы). Конденсация осуществляется за расчётное время, теоретически совпадающее со временем, потраченным на снижение БПЛА и совершения тактических маневров. Конструктивно МЭ (рис. 1, 2) состоит из корпуса 1, выполненного из армированного металлической фольгой картона (рис. 3), отсека накопления воды 2, отсека входа и конденсации воздуха 3, сорбента для конденсации 4, полости выхода воздуха 5, взрывчатого вещества 6, детонатора 7, взрывателя 8.

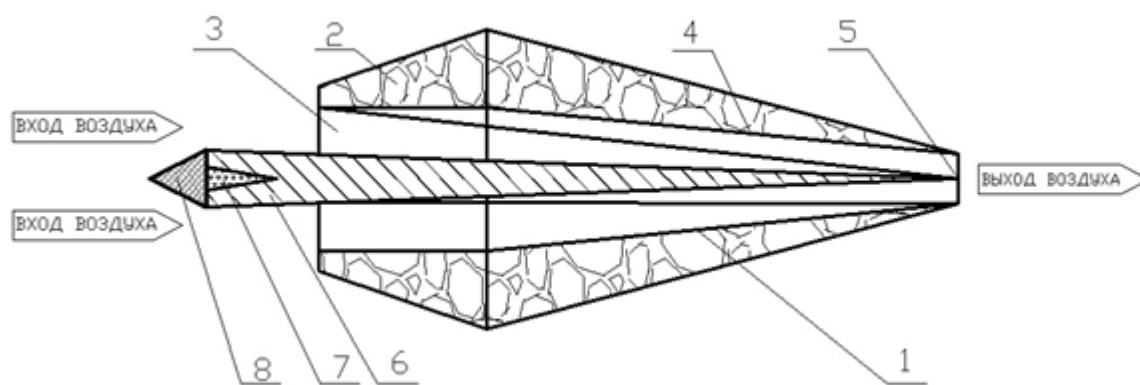


Рис. 1. Общий вид элемента

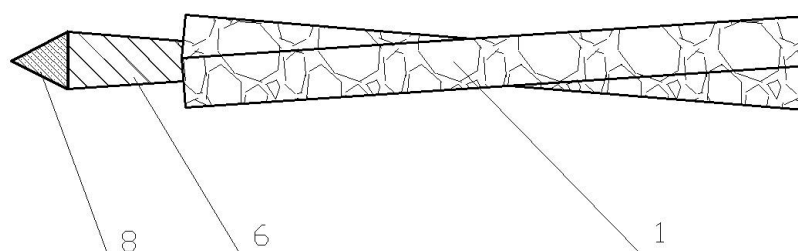


Рис. 2. Профиль малогабаритного элемента

Кроме того, МЭ выполнены с возможностью конденсировать и накапливать в себе атмосферную воду во время атаки при пронизывании восходящих потоков от возгорания. Конструкция МЭ позволяет им при атакующем падении вращаться, распределяться и покрывать расчётную площадь (за счет своего корпуса, изготовленного в виде оперения). Во внутренних полостях элементов дополнительно образуются центробежные и инерционные силы, которые используются для перемещения сконденсированной воды в отсек накопления 2.

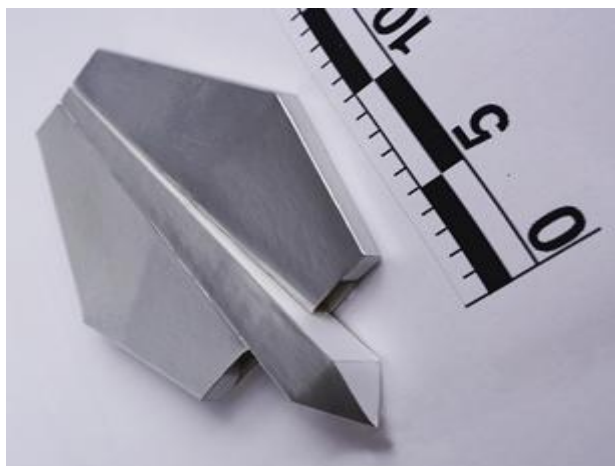


Рис. 3. Макет малогабаритного элемента

В целях сохранения минимального взлётного веса БПЛА и проведения маневров мониторинга, МЭ помещаются в герметично упакованную кассету, способную осуществить управляемую разгерметизацию и доступ атмосферных потоков к каждому элементу.

Снабжение беспилотных летательных аппаратов, патрулирующих лесные возгорания, кассетой данных МЭ и сопутствующим электронным оборудованием позволит при оперативном обнаружении источника возгорания оценить площадь и силу пожара и локализовать его путём наведения и сброса в эпицентр кассеты с расчётной высоты.

Принцип действия предлагаемого способа заключается в следующем.

При обнаружении возгорания кассета разгерметизируется и по мере проведения маневров БПЛА, связанных с приближением к месту возгорания и его идентификации, сквозь каждый МЭ проходит воздух и атмосферная вода конденсируется в отсеке 3 МЭ. При этом процесс конденсации осуществляется за счёт разницы температуры в слоях атмосферы и капиллярного эффекта (патрулирование ведётся гораздо выше наводящих и атакующих маневров БПЛА).

Со сброшенной для атаки кассеты (в расчётное время) отделяются МЭ, направленно пикирующие в эпицентр возгорания. При этом МЭ пронизывают восходящие горячие потоки от пожара, проникают к продуктам горения, взрываются с образованием ударного гасящего облака, состоящего из тела МЭ, атмосферной воды, сорбентов и взрывной волны.

Невзорвавшиеся МЭ за периметром пожара выполняют функцию охраны распространения возгорания и полностью самоликвидируются (раскиснут) без вреда для экологии леса, жизни и здоровья его обитателей.

Теоретическая возможность реализации такого средства была обоснована в работах [5, 6]. Проведенные расчёты показали [4], что расчётное время для конденсации (накопления) необходимого количества (35-45 *гр*) атмосферной воды при скорости полета БПЛА 150 *км/час*, температуре воздуха у земли $t_0 = 29$ °С, температуре воздуха на высоте патрулирования (1500-2000 *м*)

$t_h = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ и абсолютной влажности воздуха ρ (15-25 г/м³) составит диапазон от 4 до 8 минут. Потенциальная поражающая эффективность одного МЭ оценивается в 0,28 м². При этом одна кассета, содержащая, например 12000 данных устройств способна локализовать возгорание площадью около 2000 м² (в расчётах применен коэффициент перекрытия площади $K_n = 0,7$) [4]. Достоверность расчётов проверялась по психрометрическим таблицам [7] в свободно распространяемой программе пересчета различных единиц влажности HumCalc [8] и онлайн калькуляторе: "Абсолютная влажность воздуха" [9].

Разумеется, что применение предложенных средств пожаротушения не имеет полной гарантии локализации возгораний, на территории которых необходимо будет проводить финальные мероприятия по окончательной их ликвидации и, разумеется, что проекту требуется проведение дополнительных лабораторных и полевых испытаний.

Литература

1. **Кориунов Н.** Авиационное тушение лесных пожаров: эффективность репортажей и эффективность технологий // Авианорама. 2011. № 4. С. 10-13.
2. **Янников И.М., Фомин П.М., Габричидзе Т.Г., Захаров А.В.** Применение беспилотных летательных аппаратов при разведке труднодоступных и масштабных зон чрезвычайных ситуаций // Вектор науки ТГУ. № 3 (21). 2012. С.49-53.
3. **Арцыбашев Е.С.** Тушение лесных пожаров искусственно вызываемыми осадками из облаков. М.: Лесная промышленность, 1973. 88 с.
4. **Казаков Н.В., Садетдинов М.А.** Системы и средства обеспечения устойчивости промышленного лесопользования // Состояние лесов и актуальные проблемы лесопользования: матер. всеросс. конф. с междунар. участием. Хабаровск: изд-во ДальНИИЛХ, 2013. С. 147-150.
5. **Зайцев В.А., Ледохович А.А., Никандрова Г.Т.** Влажность воздуха и её измерение. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 112 с.
6. **Матвеев Л.Т.** Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. С.-Пб.: Гидрометеоздат, 2000. 751 с.
7. **ГОСТ 8.524-85.** Таблицы психрометрические. Построение, содержание, расчётные соотношения.
8. **Программа** пересчёта различных единиц влажности. <http://www.pnc.ru/files/HumCalc>.
9. **Онлайн** калькулятор: Абсолютная влажность воздуха. <http://planetcalc.ru/2167>.