



Пожаротушение с вертолѐта в городах



Владимир ВЕСТЯК

Vladimir A. VESTYAK

В статье рассматриваются проблемы тушения пожаров с помощью авиационной техники, наиболее экологически пригодной и эффективной в разных условиях. Предлагается при этом видоизменить вертолетную систему пожаротушения в городах, приспособив ее для работы «незалповым» методом и быстрого набора воды из ближайшего от очага горения водоема.

Ключевые слова: авиация, средства пожаротушения, вертолет, подвесное устройство, пожарогасящий состав, шиббер, вододисперсная смесь, вакуумный насос, город, экология окружающей среды.

Вестяк Владимир Анатольевич — кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), Москва, Россия.

Серьезная обстановка складывается сегодня при тушении пожаров в крупных городах. Скопление автомобилей в пробках, стихийные парковки их во дворах существенно затрудняют проезд пожарных команд к месту события. Чаще всего они приезжают тогда, когда пожар сделал свое дело и осталось только залить головешки. И здесь как минимум нарушается в дополнение ко всему и правило оказания медицинской помощи, предусмотренное регламентами МЧС и называемое «золотой час».

Кроме того, в связи с растущей день ото дня высотой строящихся зданий все актуальнее становится и вопрос защиты небоскребов от пожара. На выручку жителям крупных городов тут очень кстати приходят винтокрылые машины. Вертолет по ряду причин стал в этом случае единственным подходящим для установки систем пожаротушения видом транспорта. Причем одна из причин — скорость прибытия к точке возгорания, ущерб от которого по времени обычно увеличивается в геометрической прогрессии.

Каковы преимущества тушения пожаров с вертолета? Ему не требуется взлетно-посадочная полоса. Он способен передвигаться в горизонтальном и вертикальном направлениях, а также зависать в воздухе, поэтому

машине доступны очаги, куда наземная либо другая авиатехника прибыть не могут. Несомненный плюс пожарного вертолета в чрезвычайной ситуации также заключается в гибкости применения, готовности единовременно сбросить несколько тонн огнетушащего вещества как в одну точку, так и на немалой заданной площади. А некоторые модели имеют функцию горизонтального пожаротушения.

По статистике в мире порядка 40% воздушного парка приходится именно на вертолеты. Однако, несмотря на многофункциональность и широкие возможности судна, пока не многие спасательные организации готовы купить вертолет для тушения огня. К тому же универсальной машины такого типа на данный момент попросту не существует.

После пожара на Останкинской башне в Москве особенно актуальной стала задача тушения пожара направленной струей на большой высоте. Интересной с этой точки зрения представляется установка, предложенная учеными МАИ, она размещается на вертолетах КА-32а, МИ-26 и позволяет направленной горизонтальной струей осуществлять тушение источника возгорания. Причем хорошая дальность действия дает возможность использовать ее на объектах, близкий доступ к которым ограничен из-за высокой температуры или по другим причинам (например, это касается автозаправочных станций или подобных же по степени опасности помещений с электрооборудованием, находящихся под напряжением) [4].

При лесных пожарах основная нагрузка падает на специализированные тяжелые самолеты ИЛ-76 и Бе-200, в городах наибольшее применение получил вертолет Ми-8 с подвесным устройством для забора и сброса воды или вододисперсной смеси.

В вертолетах используется грузовая подвеска сливного бака с залповой системой сброса воды с минимальной высоты, когда еще не нарушается работоспособность двигателей (помпажный режим из-за недостатка кислорода). Производство такого типа систем организовано в НИИ АУС (г. Севастополь) для вертолетов Ми-8 и Ка-32 с водяной емкостью от 1300 до 2500 литров и тяжелого вертолета Ми-26 с емкостью 15000 литров.



Рис. 1. Мягкая цилиндрическая емкость с большим жестким кольцом для забора воды.



Рис. 2. Использование пеногасящих составов в комбинации с вододисперсными пушками.

Главным элементом в такой системе пожаротушения является мягкая цилиндрическая емкость с большим верхним жестким кольцом для забора воды и нижним малым кольцом с устройством для сброса воды.

Общий вид системы со стороны большого кольца показан на рис. 1.

Для тушения горящих углеводородов используют пеногасящие составы совместно с вододисперсными пушками (см. рис. 2).

Предлагаемое учеными МАИ устройство пожаротушения основано на применении жесткой емкости с соплами для выхода воды и регулируемым шибером ее расхода, а также вакуумного насоса для ускорения процесса забора новой порции воды [1].

Принципиальная схема конструкции изображена на чертеже (рис. 3). Устройство состоит из силового троса 6, цилиндрического стакана 8, шиберов 10 с сальником 9. В нижней части стакана расположены сопла 11 для выхода воды и эластичная прокладка 12. Стакан с водой 15 связан с вертолетом при помощи шланга 3, соединенного с воздушным компрессором 13 через клапан 14 и вакуумным насосом 1 — через клапан 2, а также при помощи троса 7 — с управляющей лебедкой 4. Силовая лебедка 5 крепится тросом 6 к стакану 8.

Устройство работает следующим образом.

Вертолет с заполненным водой стаканом 8, подвешенным на силовом тросе 6, посылают к очагу пожара. Над очагом с помощью управляющего троса 7 поднимают шибер 10, открывая сопла 11 для выхода воды. Одновременно открывают клапан 14 и включают воздушный компрессор 13, вытесняя через шланг 3 воду из стакана под давлением 2—3 атм. После вытеснения воды из стакана компрессор 13 выключают и клапан 14 закрывают.



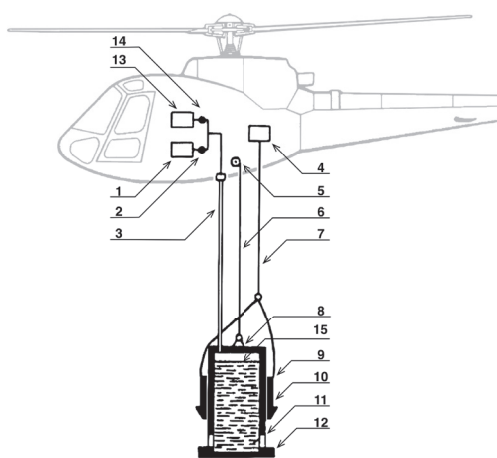


Рис. 3. Принципиальная схема устройства пожаротушения.

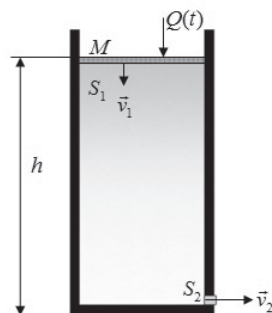


Рис. 4. Цилиндрическая оболочка, наполняемая жидкостью до высоты h .

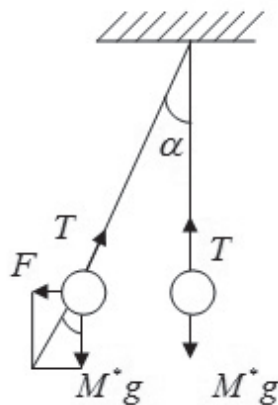


Рис. 5. Угол отклонения бака от положения равновесия под действием силы F .

Вертолет уходит к близлежащему водоему для забора новой порции воды. Стакан 8 погружают в воду при поднятом шибере 10, одновременно открывают клапан 2 и включают вакуумный насос 1 для ускорения наполнения стакана. После забора воды

шибер 10 опускают, обесточивают клапан 2 и насос 1. Вертолет возвращается к очагу пожара.

В предлагаемой установке предусмотрены не только способ подачи воды к источнику возгорания, но и устройство для быстрого забора воды из водоёма. Причем большего объема, чем в аналогичных установках.

Рассмотрим задачу, приближённо моделирующую предлагаемую модель подвеса устройства. Цилиндрическая оболочка, площадь поперечного сечения которой равна S_1 , наполнена жидкостью до высоты h (рис.4). В боковой стенке сосуда имеется отверстие площадью S_2 , откуда под напором выходит жидкость. Оболочка сверху накрыта поршнем массы M , на который действует дополнительная сила $Q(t)$ для увеличения напора выходящей жидкости.

Согласно уравнению Бернулли, суммарное давление на сечении S_1 на высоте h и суммарное давление на сечении S_2 равны:

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + \rho gh + p_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + p_2. \quad (1)$$

Из уравнения неразрывности легко получить $v_1 = \frac{S_2}{S_1} \cdot v_2$.

Статическое давление p_2 для открытого отверстия равно атмосферному p_0 : $p_2 = p_0$. Статическое давление p_1 больше атмосферного за счет силы тяжести поршня Mg и добавочной силы, действующей на поршень $Q(t)$:

$$p_1 = p_0 + \frac{Mg + Q(t)}{S_1}.$$

Учитывая этот факт, уравнение Бернулли примет вид:

$$\left(1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right) \cdot \frac{\rho v_2^2}{2} = \rho gh + \frac{Mg + Q(t)}{S_1}.$$

Если $S_2 \ll S_1$, то $1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2 \approx 1$. Тогда

квадрат скорости v_2 истечения жидкости из отверстия определяется следующим выражением:

$$v_2^2 = 2gh + \frac{2(Mg + Q(t))}{\rho S_1}. \quad (2)$$

При указанном варианте крепления (нежесткая сцепка с вертолетом) и условии, что вертолет завис в воздухе, не требуется никаких дополнительных устройств, которые бы стабилизировали подвесное устройство пожаротушения для точности попадания в очаг возгорания.

Допустим, устройство шибера устройства таково, что имеется возможность выпускать струю вододисперсной смеси из бака целенаправленно через сопло, как показано на рис. 4. Если на бак со стороны вытекающей из сопла жидкости действует сила F , то с помощью рис. 5 легко найти угол отклонения бака от положения равновесия под действием этой силы:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{M^* g}, \quad (3)$$

где M^* — суммарная масса бака, поршня и жидкости.

Составим дифференциальное уравнение $dP = mv_2 = v_2 dt S_2 \rho v_2$, откуда

$$F = \frac{dP}{dt} = \rho S_2 v_2^2, \quad (4)$$

где P — суммарный импульс вытекающей из бака жидкости.

Подставляя в (4) из (2) квадрат скорости и используя (3), окончательно получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho S_2 \left(\frac{2(Mg + Q(t))}{\rho S_1} + 2gh \right)}{M^* g}. \quad (5)$$

Из формулы (5) видно, что при большой массе M^* конструкции с жидкостью величина тангенса угла отклонения подвеса от вертикали — мала, а значит, и угол отклонения мал, что позволяет сделать вывод о точности попадания вододисперсной смеси в область пожара в случае нежесткой сцепки предлагаемой конструкции с вертолетом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамович Б. А. и др. Патент Российской Федерации № 2197308, класс С2, опубликован в Бюллетене изобретений № 3 от 27.01.2003.
2. Бабуров В. П., Бабуринов В. В., Фомин В. И. Автоматические установки пожаротушения. Вчера. Сегодня. Завтра. — М.: Пожнаука, 2007. — 294 с.
3. НПБ 316—2003. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. Утверждены приказом МЧС РФ № 332 от 30 июня 2003 г.
4. Карпышев А. В. Высокоэффективные установки пожаротушения тонкораспыленной водой на основе аэрокосмических технологий // Вестник МАИ. — Т. 12. — 2005. — № 2.

FIRE EXTINGUISHING FROM A HELICOPTER IN THE CITIES

Vestyak, Vladimir A. — Ph.D. (Physics and Mathematics), assistant professor, head of the department of Moscow aviation institute — national research university (MAI).

ABSTRACT

The author considers various ways of fire extinguishing by means of aviation equipment, the most environmentally suitable and efficient under different conditions. It is suggested to alter a helicopter fire extinguishing system in the cities and to adapt it for «not volley» operation and a fast intake of water from the reservoir, which is the closest to the seat of fire. The work is based on R&D work realized by MAI University and implemented into the practices, is substantiated by relevant mathematical apparatus.

ENGLISH SUMMARY

Background. A serious situation is developing today regarding extinguishing fires in large cities. Accumulation of vehicles in traffic jams, spontaneous parking in courtyards significantly impede passage of fire brigades to the scene. Most often, they come when the fire has done its job and it is time to extinguish firebrands. And here at least a right for delivery of health care is violated, provided in the regulation of Ministry of Emergency Situations and called «golden hour».

In addition, in connection with the growing day by day height of buildings under construction, an issue of protecting skyscrapers from fire is becoming ever

more urgent. Rotary-wing machines come here to the rescue of residents of large cities. A helicopter for several reasons in this case is a single suitable mode of transport for the installation of fire fighting systems. And one of the reasons is speed of arrival to the fire point, damage from which usually increases exponentially over time.

Objective. The objective of the author is to investigate advantages of helicopters in fire extinguishing and to present a fire extinguishing installation, developed by scientists of MAI.

Methods. The author uses engineering descriptive method, and mathematical modelling based on Bernoulli equation.

Results. What are the advantages of extinguishing fires from a helicopter? It does not need a runway. It is able to move in horizontal and vertical directions, as well as hover in the air, so the machine can approach fireplaces, to which ground or other aircraft equipment cannot come. A definite plus of a fire helicopter in an emergency is also flexibility of its use. It is able at the same time to lose a few tons of extinguishing agent on a single point, as well as cover a given area. Some models have a function of horizontal firefighting.

