

*В.К. Мунтян, канд. техн. наук, зав. каф. НУГЗУ,  
Р.Г. Мелещенко, преп., НУГЗУ*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГНЕТУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА ПРИ СБРОСЕ С ПОЖАРНОГО САМОЛЕТА АН-32П**

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Предложен метод объективной оценки эффективности применения пожарного самолета Ан-32П.

**Ключевые слова:** толщина слоя воды, эффективность использования ОГВ, пожарный самолет Ан-32П.

**Постановка проблемы.** Одним из основных требований, предъявляемых к любому техническому устройству, является эффективное выполнение соответствующих функциональных требований. Технические устройства, применяемые для ликвидации пожаров, не являются исключением. Особенно остро этот вопрос стоит при использовании пожарной авиации. В частности, большой интерес вызывает вопрос определения той части сброшенного летательным аппаратом огнетушащее вещество (ОГВ), которая непосредственно участвует в тушении пожара.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Изучению траекторий полета ОГВ, сброшенного пожарным самолетом Ан-32П, точности попадания водяного ядра в точку прицеливания, формирования на грунте водяного пятна, а также моделированию этих процессов посвящены работы [1-4]. Этими же вопросами занимались зарубежные ученые М. Plucinski, А. Setter, Е.А. Москвиллин и др.

Однако в указанных исследованиях вопрос об оценке эффективности использования ОГВ при его сбросе летательным аппаратом (в частности Ан-32П) не рассматривался.

**Постановка задачи и ее решение.** Практика использования пожарной авиации показывает, что далеко не вся масса ОГВ, поднятого в воздух, принимает участие в тушении пожара. Значительная ее часть, распыляясь в воздухе, не достигает горящих объектов. Также при формировании водяного пятна толщина водяного слоя оказывается различной [1]. Кроме того, различная интенсивность процессов горения существенно влияет на необходимую массу ОГВ для тушения пожара. При отсутствии такой массы пожар не гасится, а угнетается, и необходимый результат не достигается. При образовании избытка ОГВ (в расчете на квадратный метр), фактически происходит потеря ОГВ. В предлагаемой статье будет предложен метод вычис-

ления части ОГВ, сброшенной с пожарного самолета Ан-32П, которая непосредственно участвует в тушении пожара.

Назовем эффективной массой ту часть массы ОГВ, которая необходима для тушения пожара с конкретной интенсивностью горения на определенной площади в пределах пятна ОГВ.

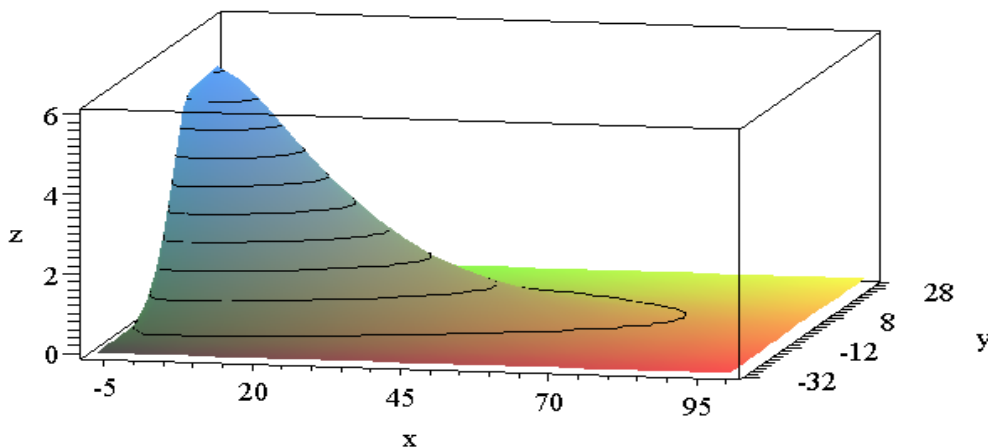
Под коэффициентом эффективности использования ОГВ, сброшенного пожарным самолетом будем понимать отношение эффективной массы ОГВ к общей массе ОГВ:

$$K_{эф} = \frac{M_{эф}}{M}.$$

Таким образом, для расчета коэффициента эффективности использования ОГВ, сброшенного с пожарного самолета, достаточно вычислить  $M_{эф}$ .

В работе [1] получена модель параметров водяного пятна, образовавшегося после сброса воды пожарным самолетом Ан-32П. Указанная модель позволяет получить значения толщины водяного слоя в пределах водяного пятна и вычислить количество воды попавшей на элементарную площадку и участвующей в тушении пожара.

На рис. 1 изображена расчетная поверхность, отражающая изменение толщины водяного слоя (в миллиметрах) в пределах водяного пятна.



**Рис. 1** – Зависимость толщины водяного слоя в миллиметрах (по оси  $Oz$ ) от параметров  $x$  и  $y$ .

На рис. 2 изображены линии уровня указанной выше поверхности.

Рисунки 1 и 2 получены при моделировании сброса 8 тонн воды с высоты 40 метров самолетом Ан-32П.

Для определения необходимого количества воды для тушения пожара с определенной интенсивностью горения можно воспользоваться данными приведенными в работе [5].

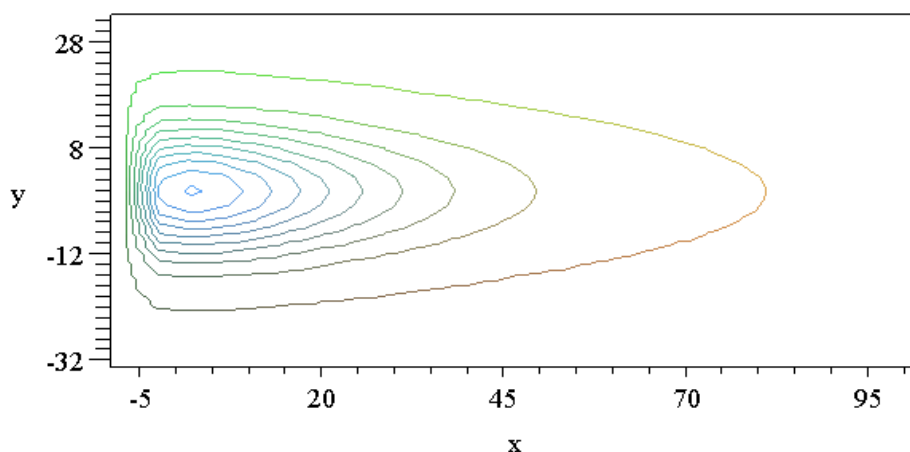


Рис. 2 – Изолинии плотности наземного распределения сброшенной с самолета Ан-32П воды.

Расчет  $M_{эф}$  можно осуществить следующим образом. Сначала определяем удельную массу горючего вещества в зоне пожара  $\hat{m}$  (кг/м<sup>2</sup>). По графику на рис. 3 определяем значение интенсивности горения  $I$  (МВт/м<sup>2</sup>) для данного значения удельной массы горючего вещества.

$I$ , МВт/м. кв.

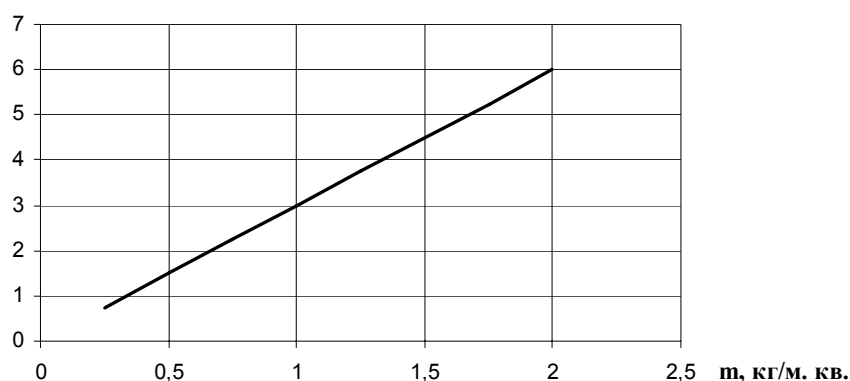


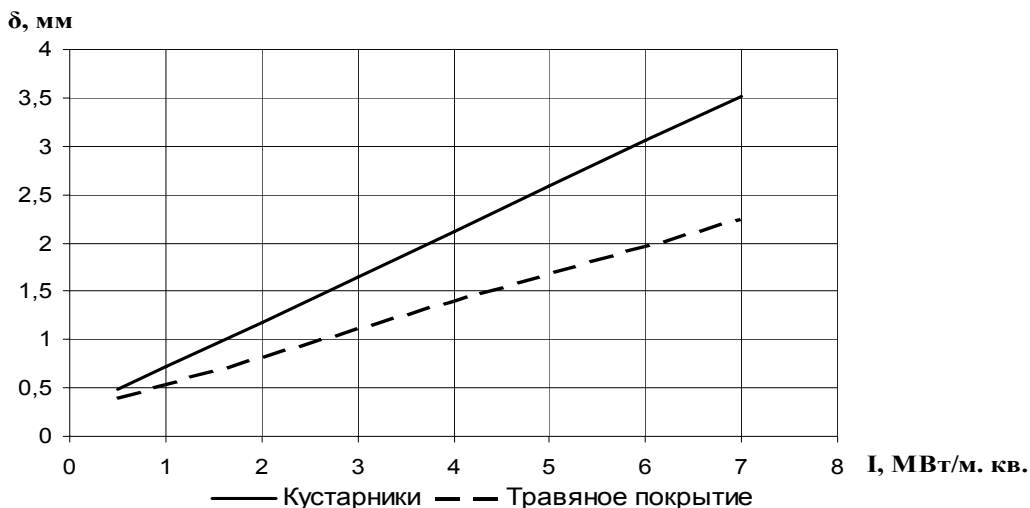
Рис. 3 – График зависимости интенсивности горения  $I$  от удельной массы горючего вещества  $\hat{m}$ .

Затем по графику рис. 4 определяем необходимую толщину водяного слоя  $\delta$  (мм) для тушения пожара с данной интенсивностью горения.

С помощью рис. 1 определяем линию уровня, соответствующую необходимой толщине водяного слоя. Практически эту линию можно принять за биэллипс, состоящий из двух половин разных эллипсов с соответствующими полуосями.

По рис. 2 определяем размеры этого биэллипса и вычисляем площадь гарантированного тушения.

Величина  $M_{эф}$ , находится путем умножения найденной площади на необходимую толщину водяного слоя для тушения пожара с данной интенсивностью горения.



**Рис. 4 – График зависимости толщины необходимого слоя воды  $\delta$  от интенсивности горения  $I$  и вида горючего материала.**

Таким образом, есть все необходимые данные для расчета  $K_{эф}$ .

Если площадь горения имеет достаточно большие размеры (больше размеров водяного пятна), то площадь гарантированного тушения определяется линией уровня.

Если площадь горения меньше размеров водяного пятна, то площадь гарантированного тушения определяется самой площадью горения.

Возможен также вариант, когда водяное пятно накрывает площадь горения частично. Тогда площадь гарантированного тушения определяется площадью пожара, ограниченной линией уровня.

Очевидно, что коэффициент эффективного использования ОГВ может изменяться в пределах от 0 (в случае, когда водяное пятно не попало в площадь горения) до некоторого максимального значения, меньшего 1 и зависящего от нескольких параметров.

Приведем пример расчета  $K_{эф}$  при некоторых исходных данных. Осуществляется сброс 8 тонн воды пожарным самолетом Ан-32П с высоты 40 м на ландшафтный пожар неограниченной площади (горение сухой травы) с удельной массой горючего материала, например,  $1 \text{ кг/м}^2$ . По графику на рис. 3 определяем интенсивность горения ( $I=3 \text{ МВт/м}^2$ ). Зная интенсивность горения и вид горючего материала по графику на рис. 4 определяем необходимую толщину слоя воды для гарантированного тушения - в данном случае 1,2 мм. Данный параметр определяет линию уровня на рис. 1. По рис. 2 получаем размеры биэллипса, площадь которого в нашем случае равна  $1054 \text{ м}^2$ . С учетом предъявленных условий, для тушения пожара указанной интенсивности на рассчитанной площади, эффективная масса ОГВ составляет 1265 л воды, при сброшенных 8000 л. Вычисление коэффициента  $K_{эф}$  дает следующий результат:

$$K_{эф} = \frac{1265}{8000} = 0,158 \quad (15,8\%).$$

Для выбранных условий полученное значение коэффициента является максимально возможным. Увеличение высоты сброса ОГВ, тушение пожара с более высокой интенсивностью горения, приведет к снижению коэффициента эффективного использования ОГВ.

**Выводы.** В статье введено понятие коэффициента эффективного использования ОГВ -  $K_{эф}$  и предлагается алгоритм его вычисления. Данный подход является универсальным, т.к. он позволяет оценить эффективность использования любого пожарного самолета с любой системой сброса и с любым видом ОГВ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко И.К., Мунтян В.К., Мелешенко Р.Г. Моделирование параметров сброса воды с пожарного самолета Ан-32П на основании данных полученных «cup-and-grid» методом // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. - № 28 – С. 86-92.

2. Мунтян В.К., Агапова И.С., Мелешенко Р.Г. Формирование водяного пятна при сбросе воды с пожарного самолета Ан-32П // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. - № 26 – С. 80, 81.

3. Мунтян В.К., Мелешенко Р.Г. Моделирование траектории полета ядра воды сброшенной с пожарного самолета Ан-32П // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. - № 27 – С. 145-150.

4. Мунтян В.К., Мелешенко Р.Г. Влияние параметров полета самолета Ан-32П на точность сброса огнетушащего вещества // Харьков: УГЗУ 2009.

5. M. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis (2007) The effectiveness and efficiency of aerial firefighting in Australia.  
nuczu.edu.ua

В.К. Мунтян, Р.Г. Мелешенко

**Оцінка ефективності використання вогнегасячої речовини при скиданні пожежного літака Ан-32П.**

Запропонований метод і алгоритм об'єктивної оцінки ефективності використання пожежного літака Ан-32П.

**Ключові слова:** товщина шару води, ефективність використання вогнегасячої речовини, пожежний літак Ан-32П.

V.K. Muntyan, R.G. Meleschenko

**Estimation of efficiency of use fire extinguishing substance at dump from fire plane An-32P.**

The method and algorithm of an objective estimation of efficiency of application of fire plane An-32P is offered.

**Keywords:** thickness of a sheet of water, efficiency of use fire of extinguishing substance, fire aircraft An-32P.