

УДК 621.3

*В.К. Мунтян канд. техн. наук, заведующий кафедрой, УГЗУ,
И.С. Агапова канд. техн. наук, доцент, УГЗУ,
Р.Г. Мелещенко адъюнкт, УГЗУ*

**ФОРМИРОВАНИЕ ВОДЯНОГО ПЯТНА ПРИ СБРОСЕ
ВОДЫ С ПОЖАРНОГО САМОЛЕТА АН-32П**

(представлено д-ром физ.-мат. наук А.П. Созником)

В статье по результатам летного эксперимента, впервые получены зависимости формы, размеров водяного пятна и удельного количества воды от высоты сброса воды с самолета АН-32П.

Ключевые слова: водяное пятно, пожарный самолет, удельное количество воды.

Постановка проблемы. Одним из методов тушения площадных пожаров является доставка огнегасящего вещества (воды) в зону пожара с воздуха. Для этого используется пожарная авиация [1]. МЧС Украины имеет на вооружении современный пожарный самолет АН 32П, который последние годы интенсивно применяется для тушения площадных пожаров [2]. Однако отсутствие достаточного опыта, а также научно обоснованных методов и тактических приемов сброса воды в очаг пожара значительно снижают эффективность его применения.

Очевидно, что эффективность воздействия сброшенной с самолета воды на огонь в первую очередь будет зависеть от параметров водяного пятна образовавшегося на поверхности земли. В свою очередь указанные параметры существенным образом зависят от условий сброса воды с самолета. Решения этой и ряда других задач позволит объективно оценить эффективность использования самолетов для тушения лесных пожаров и выдать практические рекомендации по ее повышению.

Анализ последних исследований и публикаций. В Украине информация о параметрах водяного пятна образовавшегося после сброса воды с самолета АН 32П имеется только в рекламном проспекте АНТК им. О.Н.Антонова [3]. Приведенные в нем данные следующие: полоса длиной 150м и шириной 50м покрывается водяным слоем толщиной 5см. Элементарные расчеты показывают, что для этого необходимо не менее 375 м^3 воды, в то время как емкость тан-

керов самолета составляет 8 м^3 . Кроме того, отсутствует информация о зависимости размеров и толщины водяного слоя от высоты сброса воды с самолета. При этом в целях обеспечения безопасности полета ограничивается минимальная высота сброса, которая составляет 40 м. В США Научной лабораторией Службы лесных пожаров в горах проводились обширные исследования по определению необходимого количества воды и ретардантов для ликвидации пожара в зависимости от его интенсивности [4-6]. Подобные же исследования проводились и в Австралии [7]. Однако в приведенных работах отсутствуют сведения об исследовании характеристик потока воды сброшенного с воздушного судна вообще и в очаг пожара, в частности.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является выявление основных факторов, влияющих на количественные характеристики распределения воды, на поверхности земли и исследование зависимости этих характеристик от высоты полета самолета в момент сброса.

Для решения этой задачи был произведен эксперимент, который проводился во время тренировочных полетов на базе САО МЧС Украины в г. Нежин. Всего было произведено 39 сбросов на запасную взлетно-посадочную полосу с травяным покрытием, плотность грунта 10 кг/см^2 , температура от 25 до 30°C , скорость ветра 5-10 м/с, влажность – (83 – 90)%. Во всех случаях скорость самолета составляла 70 м/с, высота сброса менялась от 26 до 67 м, сброс производился со всех баков одновременно. Для определения количественного распределения воды, сбрасываемой с самолета АН-32П, по полю были размещены 200 измерительных сосудов с шагом 5 метров в поперек линии сброса и 10 метров вдоль линии сброса. После каждого сброса производился замер количества воды оставшегося в измерительных сосудах.

В результате эксперимента установлено следующее.

Форма водяного пятна определялась по характерному состоянию травы в месте падения воды. Ее можно охарактеризовать как деформированный эллипс. Водяное пятно оказалось симметричным относительно линии сброса. В своих расчетах мы будем принимать форму пятна как два полуэллипса сопряженных одной осью. Такое допущение вполне согласуются с реальной формой и размерами водяного пятна. На рис.1 полуоси большого и малого полуэллипсов обозначены через a, b и b, c соответственно.

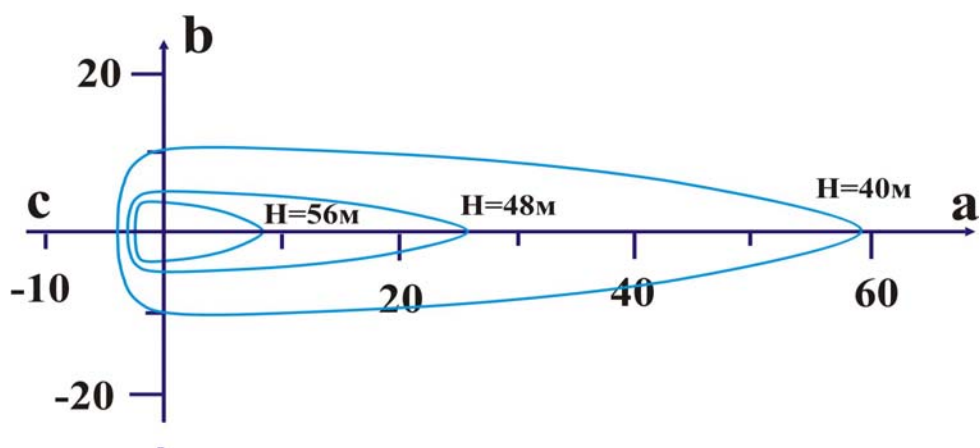


Рис. 1 – Зависимость размеров водяного пятна (а, b, с, м) от высоты сброса (Н, м)

Зависимость значений полуосей от высоты сброса представлены на трех графиках (рис. 2, 3, 4).

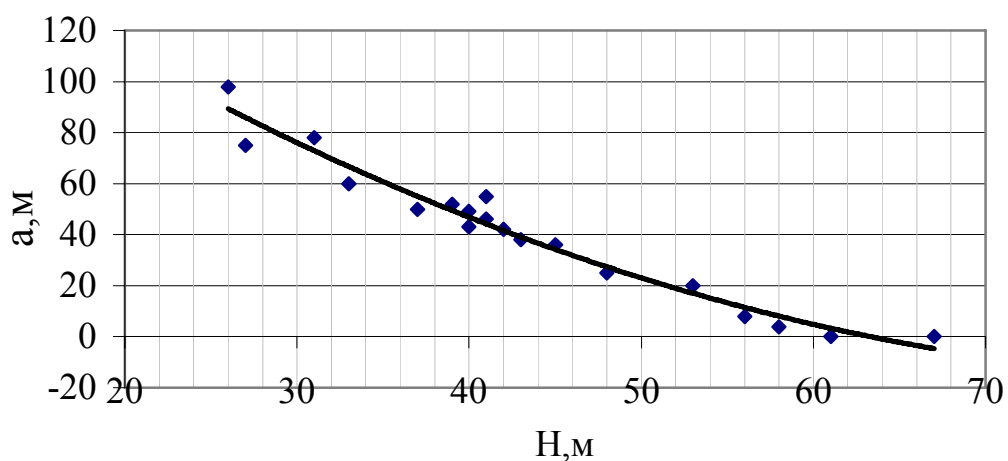


Рис. 2 – Зависимость полуоси (а, м) от высоты сброса (Н, м)

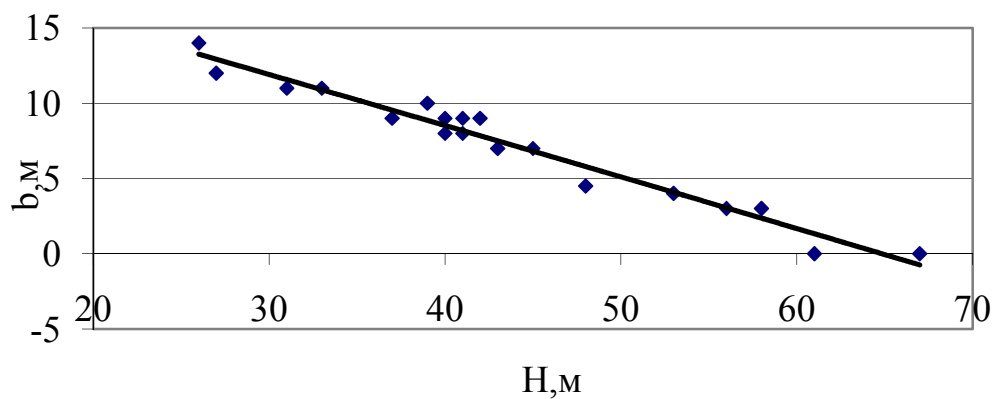


Рис. 3 – Зависимость полуоси (b, м) от высоты сброса (Н, м)

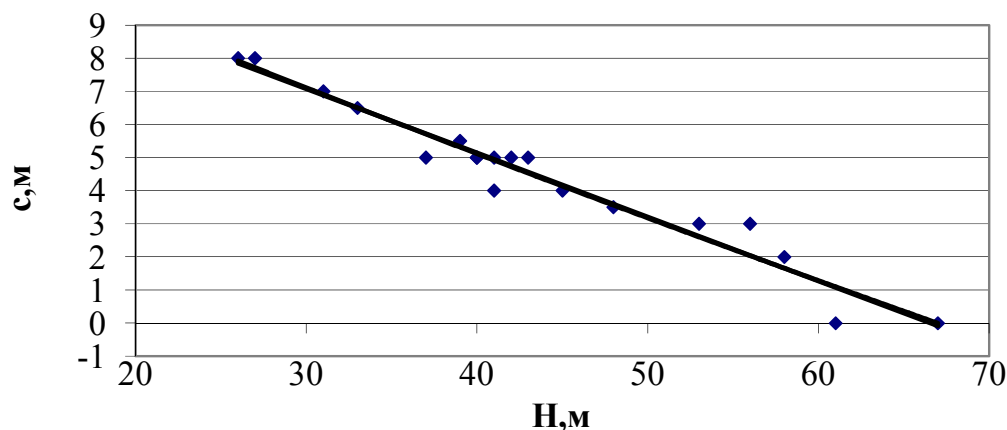


Рис. 4 – Зависимость полуоси (с, м) от высоты сброса (Н, м)

Результаты расчетов показывают, что эти зависимости практически линейные. По этим зависимостям определим зависимость площади водяного пятна от высоты сброса:

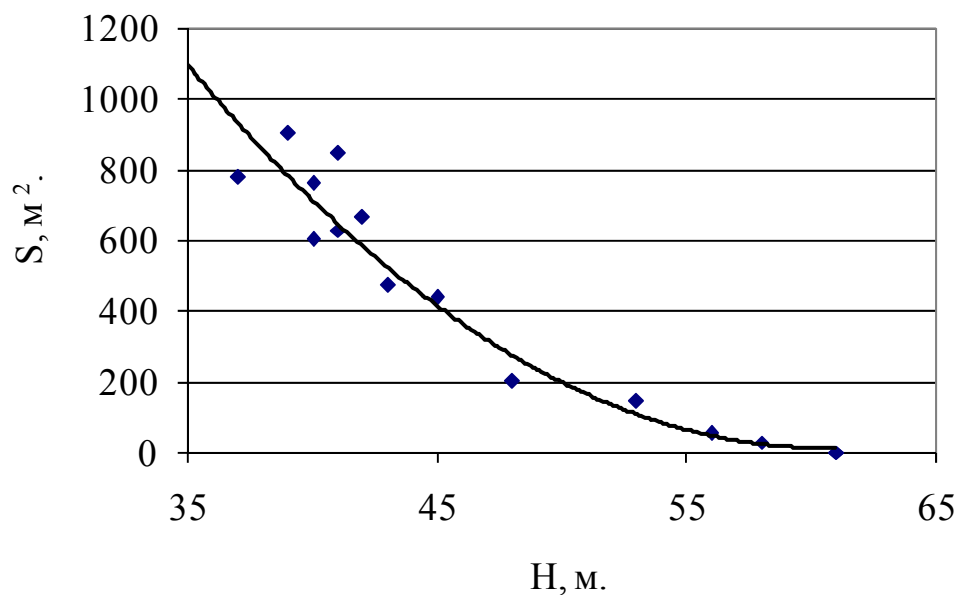


Рис. 5 – Зависимость площади водяного пятна ($S, м^2$) от высоты сброса (Н, м)

На этапе падения водяного ядра оно дробится под действием скоростного напора. При этом формируются капли диаметром не более 0,15 мм [8], которые в тушении пожара не участвуют. Таким образом ядро теряет свою массу. Этот процесс можно описать формулой:

$$m = m_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right), \quad (1)$$

$$t \leq T,$$

$$T = 3,2,$$

$$T = f(V, \rho, \sigma \dots) = const,$$

где: $-m_0$ - исходная масса воды (кг);

$-T$ – время существования водяного ядра (с) (определено экспериментально).

По полученным данным построим зависимость удельного количества воды в пределах водяного ядра от высоты сброса (рис. 6).

По замерам воды в измерительных сосудах установлено, что распределение воды по площади водяного пятна примерно постоянное при каждом сбросе. Усредненные значения приведены на рис. 6. Рост удельного количества воды с увеличением высоты сброса можно объяснить формой траектории водяного ядра. Полученная зависимость позволяет оценить количество воды непосредственно участвующего в тушении пожара.

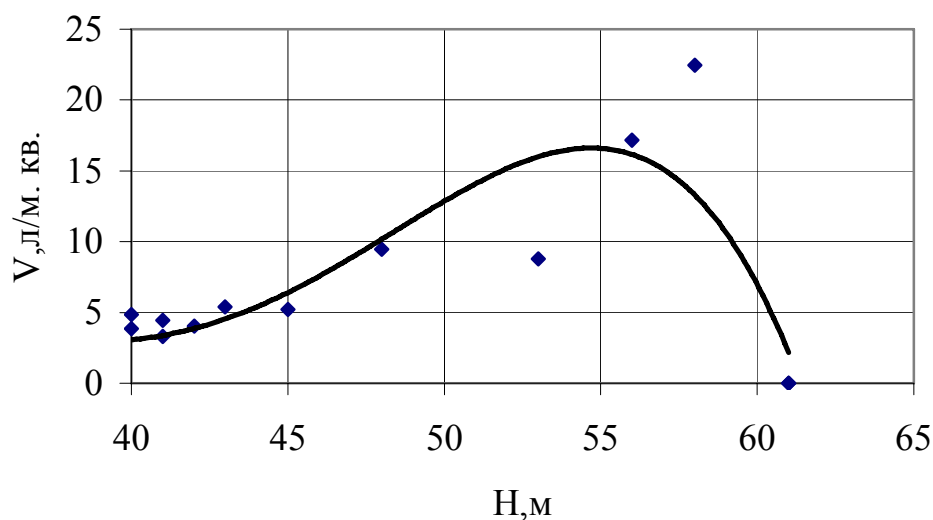


Рис. 6 – Зависимость удельного количества воды (V , л/м.кв.) от высоты сброса (H , м)

Выводы. Получены зависимости формы и размеров водяного пятна от высоты сброса воды с самолета АН 32П, по которым установлено, что сброс воды с высот более 60 м над поверхностью пространства пожара нецелесообразен.

Получена зависимость удельного количества воды от высоты сброса, позволит определить вероятность тушения пожара при разных его интенсивностях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комяк В.А. Радиотепловая сканирующая система для пожарных служб авиационной охраны лесов / В.А. Комяк, С.А. Шило // Харьков: Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова 2003.- 25 с.

2. Отчет ГУ МЧС в Харьковской области по результатам ликвидации последствий лесных пожаров на «ГП Изюмское лесное хозяйство» (14-21 августа 2008 года).

3. Antonov.com. АНТК им. О.К.Антонова. Самолет для тушения лесных пожаров Ан-32П

4. Plucinski MP, Gould JS, McCarthy GJ (2004) Scientific approach in assessing aerial suppression. Bushfire Cooperative Research Centre Inaugural Conference, Perth, 7-9 October 2004, pp 19-24.

5. Robertson K, Fogarty L, Webb S (1997b) Guidelines for determining aerial drop patterns in open areas. New Zealand Forest Research Institute, Rotorua, NZ.

6. Suter A (2000) Drop testing airtankers: a discussion of the cup-and-grid method. Technology & Development Program, USDA Forest Service, Missoula, Montana.

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

8. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1969. 647с.

nuczu.edu.ua

В.К. Мунтян, І.С. Агапова, Р.Г. Мелешенко

Формування водяної плями при скиді води з пожежного літака АН-32П.

Отримана залежність форми, розмірів водяної плями та питомої кількості води від висоти скиду води з літака АН-32П.

Ключові слова: водяна пляма, пожежний літак, питома кількість води.

V.K. Muntyan, I.S. Agapova, R.G. Meleschenko

Formation of the water stain at dump of water from fire plane AN-32P.

In the article on results of flying experiment, dependences of form, sizes of water stain and specific quantity of water from the height of upcast of water from a fire plane AN-32 P are first got.

Key terms: water stain, the fire plane, specific quantity of water.