

УДК 621. 3

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

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЖАРНОГО САМОЛЕТА АН-32П ПО ТУШЕНИЮ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ**

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

Определена область применения пожарного самолета Ан-32П для тушения ландшафтных пожаров в горной местности. Выработаны рекомендации для руководителя ликвидации ЧС.

**Ключевые слова:** ландшафтный пожар, горная местность, пожарный самолет Ан-32П.

**Постановка проблемы.** Тушение ландшафтных пожаров в горной местности при помощи пожарных автомобилей ограничено из условий их маневрирования и проходимости, а также ряда других факторов (угол опрокидывания, угол подъема и др.). В связи с этим все надежды по тушению пожаров в горной местности возлагаются на авиационную технику. Однако, авиационная техника имеет ряд технических и эксплуатационных ограничений, которые ограничивают возможности ее применения для тушения пожаров в горной местности. Владение информацией о данных ограничениях позволит руководителю ликвидации ЧС принять обоснованное решение по привлечению пожарной авиации для тушения пожаров в горной местности.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Проблемы полетов в условиях повышенной турбулентности атмосферы, значительных градиентов температур воздушных потоков на входе в силовую установку рассматривались в работах [1-4]. Однако, все эти работы посвящены условиям устойчивости, управляемости самолетов и безопасности полетов. В работах [1,5] рассматриваются проблемы полетов на малых высотах. Проблему возможности применения пожарного самолета для тушения ландшафтных пожаров в горной местности с точки зрения безопасности полета в указанных работах не рассматривали.

**Постановка задачи и ее решение.** В данной статье будет рассмотрено влияние технических и эксплуатационных возможностей пожарного самолета Ан-32П при тушении ландшафтных пожаров в горной местности.

К таким характеристикам можно отнести: минимальная высота над уровнем наивысшего препятствия, тяговооруженность самолета (отношение силы тяги силовой установки к весу пожарного самолета), радиус разворота в горизонтальной плоскости и радиус кривизны

траектории в вертикальной плоскости, максимально допустимые углы атаки, ограничения связанные с полетом в условиях высокой турбулентности и значительных градиентов температур.

Ландшафтные пожары в горной местности по сравнению с равнинной местностью имеют ряд особенностей. В частности, форма контуров пожара в горах отличается тем, что фронт имеет форму вытянутых пальцев или выступов. В широких ложбинах из-за наличия большого количества горючего и хвойных молодняков интенсивность горения высокая. На склонах и в вершинах ложбин возникают верховые пожары. Движение конвективных потоков над очагом пожара имеет турбулентный характер с большим градиентом вертикальных скоростей. Для обеспечения однозначности расчетов создаются модели турбулентной атмосферы. В соответствии с одной из таких моделей [6] турбулентность делится на слабую и сильную. Нормированные характеристики ее приведены в таблице 1, где  $H$  – высота над уровнем моря,  $L$  – масштаб турбулентности (средняя протяженность порыва)  $b$  – значение средней квадратической скорости вертикальных порывов.

**Таблица 1 - Нормированные характеристики турбулентной атмосферы**

H, м	L, м	Слабая	Сильная
		b, м/с	b, м/с
0-300	150	0,826	3,25
300-600	150	1,00	2,99
600-3000	300	1,16	2,99
3000-6000	300	1,13	3,17
6000-9000	300	1,07	3,41
9000-12000	300	1,04	3,38

В зоне горения образуются мощные восходящие конвективные потоки, скорость которых может достигать 35 м/с. [7]. Известны случаи [8], когда самолеты, летящие на высоте 1800 м, опрокидывались. Сравнивая приведенные данные с таблицей, характеристику атмосферы над зоной пожара можно оценить как сильно турбулентную. По мере удаления от зоны пожара скорость восходящих потоков снижается. Вблизи поверхности земли образуются потоки воздуха направленные в зону пожара. Таким образом, при пожарах с большой интенсивностью могут образовываться вихри параллельные линии фронта пожара (рис. °1) [9].

Диаметр вихревых колец в зависимости от интенсивности горения может иметь значение от нескольких метров до нескольких сотен метров. В зоне вихря наблюдается значительный градиент вертикальной скорости и температуры.

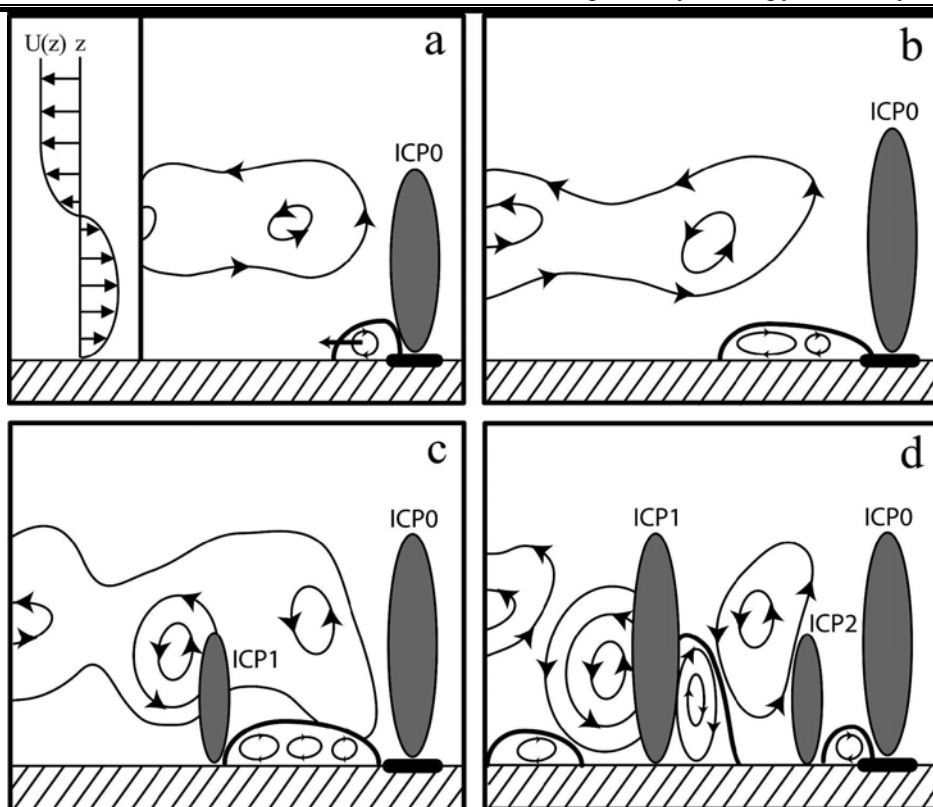


Рис. 1 – Образование горизонтальных вихрей в зависимости от интенсивности горения (ICP0, ICP1, ICP2 – обозначают условные интенсивности горения)

Наличие градиента температуры существенно оказывает влияние на устойчивость работы силовой установки летательного аппарата, особенно, если речь идет о турбовинтовом или турбовальном двигателе [10], вплоть до их выключения. Размах крыльев самолета Ан-32П составляет 29,2 м, что соизмеримо с размером вихря. В условиях наличия градиента вертикальных скоростей углы атаки на полуплоскости со стороны пожара будут больше чем на другой полуплоскости, что в свою очередь может вызвать резкое кренение пожарного самолета в сторону от пожара. На малых скоростях любое кренение сопровождается значительной потерей высоты. В связи со сказанным, для соблюдения условий безопасности полета, сам полет необходимо осуществлять за пределами значительных конвективных течений, т.е. необходимо либо увеличить высоту полета, либо полет осуществлять на удалении от фронта пожара превышающем размер вихря. Указанные явления приводят к снижению эффективности применения пожарного самолета Ан-32П и невозможности его применения для прямой атаки.

Тушение ландшафтного пожара на склонах гор возможно тремя способами:

1. Отсечение распространения пожара вдоль склона.

Для этого необходимо осуществлять сброс воды перпендикулярно склону в районе наиболее высокой точки (по склону) пожара. При этом вступают в действие следующие ограничения:

- дымовая завеса перекрывает кромку пожара, что снижает точность попадания при сбросе;

- крутизна склона не должна превышать 45 градусов. При более крутом склоне есть опасность столкновения с горой со стороны склона, чему может способствовать наличие градиента вертикальных скоростей воздушных потоков.

Попытка обеспечить безопасность полета путем увеличения высоты сброса приведет к резкому снижению эффективности применения пожарного самолета Ан-32П [11].

2. Отсечение распространения пожара перпендикулярно склону (параллельно флангам) при заходе на сброс со стороны вершины горы.

При такой тактике захода, вершина горы закрывает предполагаемое место сброса, что снижает точность выхода самолета на боевой курс. Сброс воды при снижении (пикировании) значительно снижает уровень безопасности полета на завершающем этапе маневра по причине возможности превышения максимально допустимой перегрузки при выходе из пикирования, а также наличия противоположного склона.

Таким образом, этот способ можно применять только при пожарах на холмах с пологими склонами.

3. Отсечение распространения пожара перпендикулярно склону при заходе на сброс в сторону вершины горы.

При таком способе, пожарный самолет у подножья холма (горы) переводится на кабрирование и осуществляет полет параллельно склону горы. Положительным является то, что летчик имеет полный обзор зоны пожара. Однако, при этом вступают в силу ограничения связанные с техническими возможностями летательного аппарата, в частности с тяговооруженностью. Для пожарного самолета Ан-32П тяговооруженность составляет 0.4, что позволяет выполнять горку без потери скорости с углом кабрирования 20-23 градуса, т.е. крутизна склона при этом способе тушения не должна превышать 23 градуса. При таком угле кабрирования и скорости сброса 250 км/ч угол атаки пожарного самолета близок к максимально допустимому по сваливанию. При сбросе воды он может дополнительно вырасти на 5°-6 градусов и превысить критический, что приведет к сваливанию самолета.

Следовательно, с учетом наличия значительной турбулентности воздуха, реальный угол склона горы не должен превышать 20 градусов.

**Выводы.** 1. Эффективное тушение ландшафтных пожаров в горной местности с помощью пожарного самолета Ан-32П возможно при угле склона, не превышающего 20 градусов. При пожарах на склонах с большей крутизной необходимо увеличивать высоту сброса, а сам сброс осуществлять с горизонтального полета учитывая, что эффективность тушения при этом уменьшается.

2. Из условий соблюдения безопасности полетов для тушения ландшафтных пожаров в горной местности следует применять тактику постановки заградительных полос.

---

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Н.М. Лысенко. Практическая аэродинамика маневренных самолетов. ВИМО ССР.- Москва.:1977.
2. Белоцерковский С.М., Дворак А.В., Желанников А.И., Котовский В.Н. Моделирование на ЭВМ турбулентных струй и следов. Проблемы турбулентных течений. М.: Наука, 1987.
3. Белоцерковский С.М., Ништ М.И. О моделировании турбулентного следа в идеальной среде. Турбулентные течения. М.: Наука, 1977.
4. Бондаренко В.М., Желанников А.И. Расчет основных характеристик дальнего аэродинамического следа за летательным аппаратом. Прикладные задачи аэромеханики. Харьков, ХАИ, 1987.
5. Antonov.com. АНТК им. О.К.Антонова. Самолет для тушения лесных пожаров Ан-32П
6. Нормы лётной годности для гражданских транспортных самолётов (НЛГС-3).
7. Орловский С.Н. Лесные и торфяные пожары, практика их тушения в условиях Сибири. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2003.- 163 с.
8. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары. М., 1979. 198 с.
9. Michael T. Kiefer A. 2007. Study of Two-Dimensional Dry Convective Plume Modes with Variable Critical Level Height. Journal of the atmospheric sciences, 448 – 469.
10. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Говоров А.Н. Теория авиационных двигателей. Ч.2. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1974.
11. Кириченко И.К., Мунтян В.К., Мелещенко 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.  
nuczu.edu.ua

Мелещенко Р.Г.

**Аналіз технічних можливостей пожежного літака Ан-32П по гасінню ландшафтних пожеж у гірській місцевості**

Визначена область застосування пожежного літака Ан-32П для гасіння ландшафтних пожеж у гірській місцевості. Вироблені рекомендації для керівника ліквідації НС.

**Ключові слова:** ландшафтна пожежа, гірська місцевість, пожежний літак Ан-32П.

Meleschenko R.G.

**Analysis of technical capabilities firefighting plane An-32P-fighting fires landscape in the highlands**

The range of firefighting plane AN-32P to extinguish the fires of landscape in the highlands. Recommendations to the head of the emergency response.

**Keywords:** landscape fire, mountain terrain, fire aircraft An-32P.