

## **7. Использование результатов исследования на воздушном транспорте**

В этой главе даны пояснения об особенностях работы ранцевой установки пожаротушения (РУПТ) НИИ НТ МАИ, приведены результаты анализа систем пожаротушения с применением летательных аппаратов (ЛА), показана необходимость создания ЛА с горизонтальной подачей тушащей жидкости, предложена расчетно-экспериментальная методика поиска оптимального режима работы газожидкостного сопла и дан пример использования её при создании системы пожаротушения вертолетного базирования, проведена оценка параметров водяной завесы при возгорании в салоне воздушного судна, показано место перспективных технологий и систем пожаротушения НИИ НТ МАИ и ООО «ТЕМПЕРО» в номенклатуре вооружений аварийно-спасательных служб аэропортов.

### **7.1. Ранцевая установка пожаротушения НИИ НТ МАИ.**

#### **7.1.1. Общее описание установки.**

Ярким примером использования газодисперсной технологии создания струй тушащей жидкости является ранцевая установка пожаротушения разработки НИИ низких температур при Московском авиационном институте (РУПТ НИИ НТ МАИ, рис. 7.1).

Существо установки основывается на следующем принципе: получение гасящей пламя струи достигается за счет разгона частиц или капель огнегасящего компонента газом в специальном сопле, причём в качестве газа может использоваться воздух или любой нейтральный газ. На выходе из сопла формируется концентрированная компактная многофазная струя, которая может подаваться на большие расстояния.

Проведённый патентный поиск показал, что в настоящее время пожарные системы на основе газодинамической технологии не имеют аналогов ни в России, ни за рубежом.

Предлагаемые системы существенно (примерно вдвое) превосходят аналогичные существующие по мощности при одинаковых расходах и давлениях в системе. При этом системы газодинамической технологии одновременно обеспечивают получение мелкодисперсного распыла жидкости (средний заутеровский размер капель порядка 250 мкм). Подобный результат объясняется эффективным использованием энергии газовой фазы, обеспечивающей дробление и разгон жидкости.

На этапе отработки совместно с ВНИИПО МВД России проведены сравнительные испытания РУПТ и системы фирмы IFEX, которые показали лучшие эксплуатационные и экономические показатели предлагаемой установки.

РУПТ (рис.7.1,7.2) обладает следующими параметрами:

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| количество рабочего тела              | 10 кг                   |
| дальность                             | до 10 м                 |
| скорость струи в области очага пожара | не менее 10 м/с         |
| вес полностью снаряженной установки   | 20-25 кг                |
| габариты                              | не более 600×450×300 мм |

РУПТ является носимой одним оператором системой и может работать как в импульсном, так и непрерывном режимах. Она может использоваться при тушении небольших пожаров (классов А, В) и загораний как внутри помещений, так и на открытом пространстве (офисы, здания различного назначения, аэропорты, вокзалы, воздушные и морские лайнеры, бензоколонки) твердых и жидких продуктов (нефть, бензин, керосин, дизельное топливо и другие нефтепродукты), для штатного комплектования пожарных команд, специальных машин, а также использоваться в качестве огнетушителя для локализации пожаров внутри помещений, где предъявляются специальные

требования к сохранности оборудования и документов (архивы, компьютерные центры, музеи и т.п.). Система может комплектоваться дополнительно дыхательным прибором индивидуального пользования, работающим от воздушного баллона, входящего в комплект.

РУПТ включает (рис.7.2):

- камеру смешения и сопло;
- ёмкости для жидкости и газовые баллоны;
- блок управления, включающий арматуру (редукторы, краны, измерительные приборы, предохранительные и выпускные клапаны и коммуникации);
- подвесную систему, с помощью которой РУПТ размещается за спиной оператора.



Рис.7.1. Ранцевая установка пожаротушения (РУПТ).

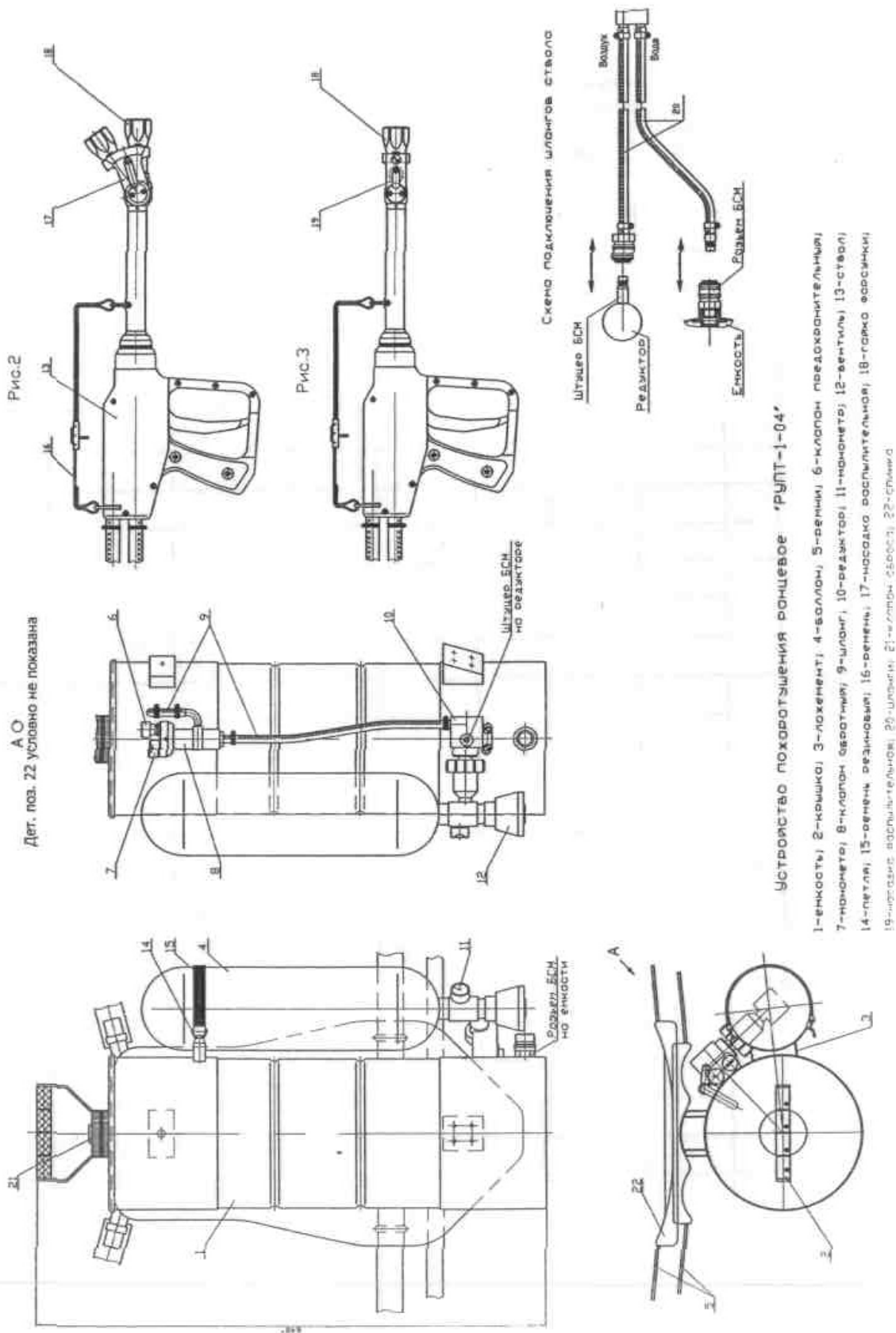


Рис.7.2. Основные элементы РУПТ (без дыхательной системы).

## 7.1.2. Пояснения о работе ранцевой установки пожаротушения НИИ НТ МАИ.

Большинство расчетов и экспериментов проводились для установки – прототипа ранцевой системы пожаротушения (рис.7.1) и использовались при её создании и модификации. В частности, было проведено численное и экспериментальное исследование влияния способа смешения фаз (конструкции камеры смешения) на дисперсность струи. Дополнительно к ранее упомянутой камере (рис.4.24 п.4.3) использовались камеры с продольной подачей фаз (рис. 7.3) и кольцевой подачей жидкости (рис. 7.4).

Результаты расчета при использовании камеры с продольной подачей газа и жидкости приведены на рис. 7.5. Видно, что в этом случае практически нет колебаний расхода, то есть нет ярко выраженных так называемых аэрозольных «пробок». Соответственно и колебания угла раскрытия струи меньше. Однако функция распределения капель по размерам и средние диаметры капель практически не меняются (см. рис. 7.6). Слабая зависимость дисперсности потока у среза сопла от размеров капель после камеры смешения подтверждается и результатами экспериментов других исследователей /82/.

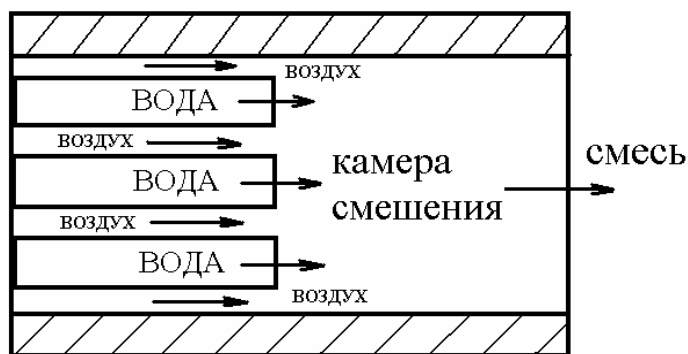


Рис.7.3. Схема камеры смешения с продольной подачей воды и воздуха.

Аналогичные данные о дисперсности (рис. 7.7) получены и для камеры с подачей воды вдоль стенки. Из сопоставления этих экспериментальных и численных данных можно сделать вывод, что в горле сопла происходит

перестройка структуры потока (возможно вспененное течение) и в расширяющейся части канала мы имеем дисперсно-кольцевое течение независимо от способа смешения фаз.

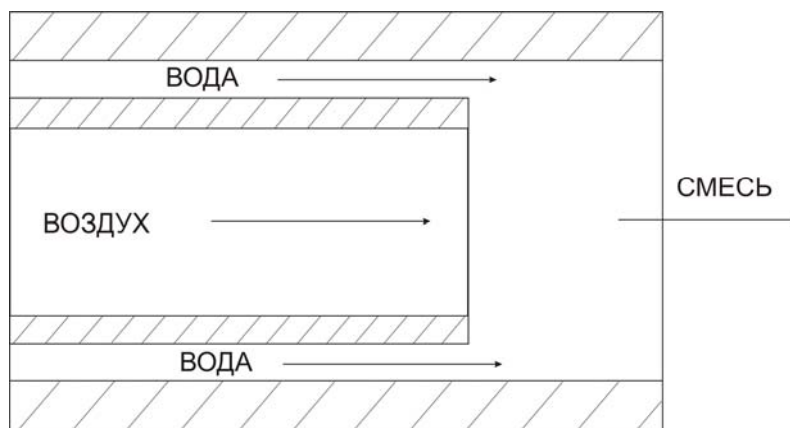


Рис.7.4. Схема камеры смешения с подачей воды вдоль стенки.

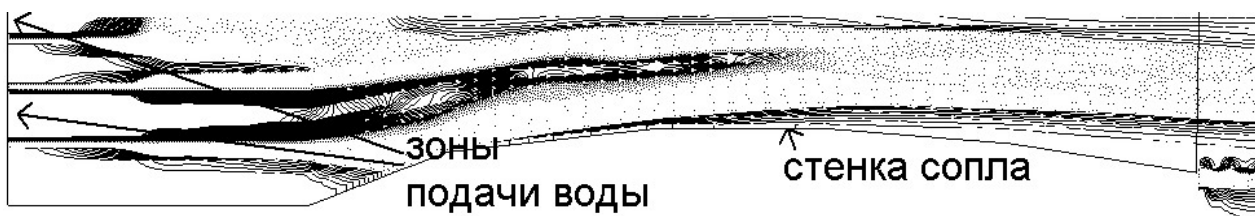


Рис.7.5. Численное моделирование потока (изолинии объемной доли жидкости) при использовании камеры смешения с продольной подачей фаз (см. рис. 5.20).

Поток течет слева направо.

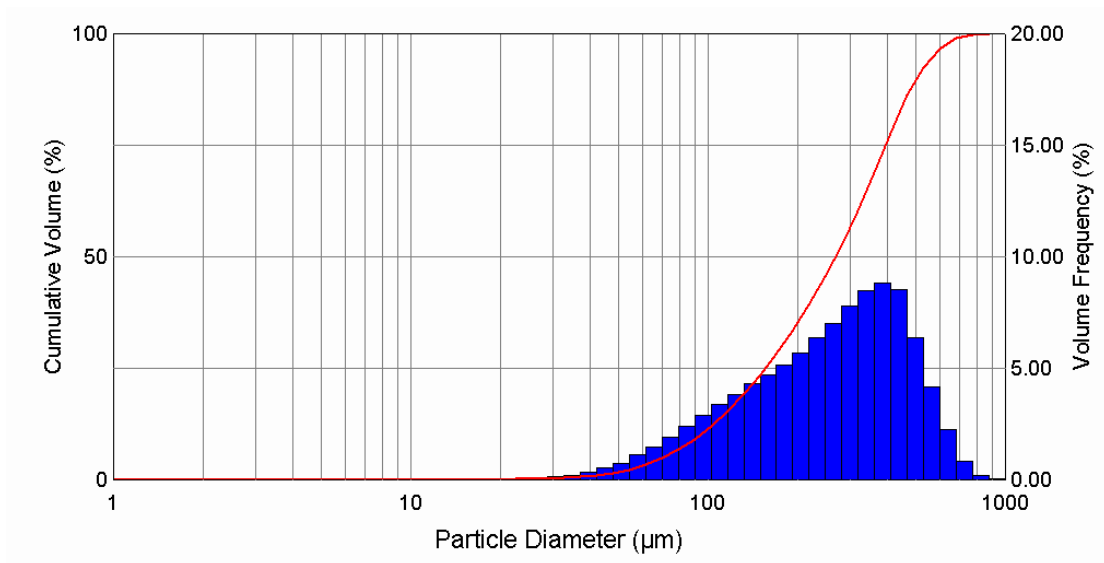


Рис.7.6. Функция распределения капель в струе экспериментальной установки (подача газа и жидкости вдоль оси сопла через ряд капилляров, см. рис. 6.3) на удалении в 1 м от среза сопла, полученная в НИИ НТ МАИ (по горизонтальной оси – логарифмическая шкала диаметров капель в мкм; темная область – объемная доля, определяемая по правой шкале; кривая линия – суммарный объем, который определяется по левой шкале).  $D_{32}=179$  мкм,  $D_{43}=277$  мкм.

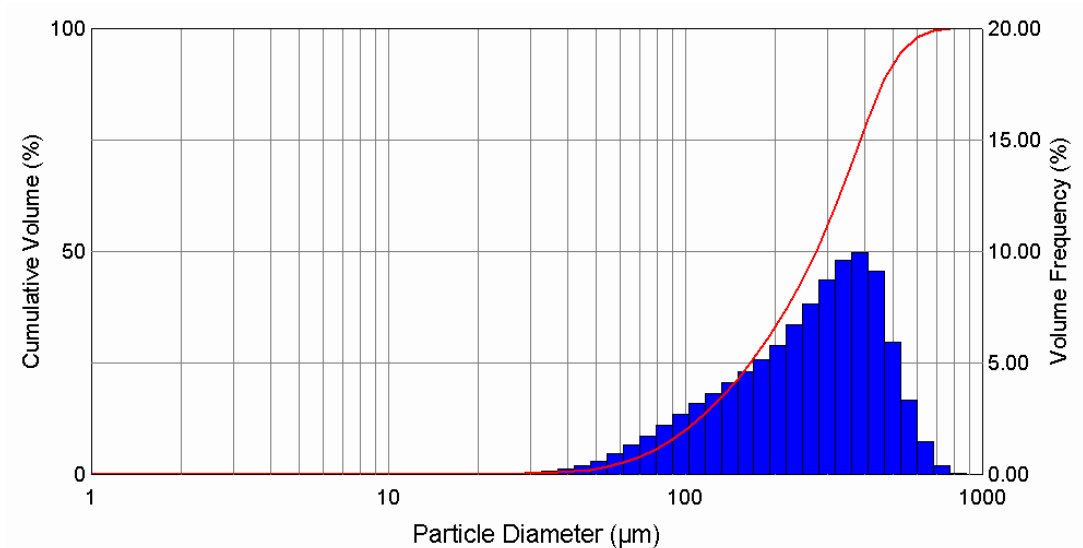


Рис.7.7. Функция распределения капель в струе экспериментальной установки (подача воды вдоль стенки, см. пояснения к рис.7.12).  $D_{32}=198$  мкм,  $D_{43}=295$  мкм.

Если воспользоваться картами режимов /222,234/ (см. рис.1.5, 1.7 п.1), то видно, что наш поток должен меняться от клочковатого к дисперсно-кольцевому или быть дисперсно-кольцевым на всем протяжении канала..

Таким образом способ смешения фаз существенно влияет /192,201/ на низкочастотные характеристики струи (например, колебания угла раскрытия) и слабо влияет на высокочастотные (например, дисперсность). Фактически это означает, что колебания показаний датчика тяги при продольной подаче фаз должны быть минимальными. То, что дисперсность не зависит от способа смешения, может свидетельствовать в пользу вспененного режима течения в горле канала.

Видно, что при изменении конструкции камеры смешения в широких пределах практически не меняется средний диаметр капель и дальнобойность струи. Этот факт позволил изменить отверстия для подачи воды с круглых на щелевые, как более технологичные.

Результаты измерения давления в камере смешения (рис. 7.8) показали, что при запуске установки расход жидкости сначала максимальный за счет большого перепада давления между емкостью с водой и камерой (рис.7.9), затем он падает до номинального, поэтому при импульсном режиме время работы РУПТ на одной заправке сокращается, но повышается плотность орошения.

Проведенный анализ особенностей потока позволил объяснить повышение размера капель в некоторых экземплярах серийной РУПТ (рис.7.10). В этих установках расход воды был повышенным (более 450 г/с против 390 г/с «базового» потока), также было выше давление вдоль стенки сопла (рис.7.11). В этом случае в камере смешения возрастала доля зон с повышенной концентрацией жидкости. Это связано с высокой чувствительностью потока к скорости впрыска жидкости от стенок к оси канала (см. п.4.3).



Измерения давления у среза сопла показали, что хорошая компактность струи РУПТ объясняется не только малым градиентом давления у среза сопла, но и тем, что давление на оси струи ниже давления окружающего воздуха, а на границе – выше. Это связано с тем, что вытекающая из сопла пленка играет роль экрана.

Из результатов численных экспериментов следует, что неизбежны пульсации расхода внутри канала, связанные с особенностями конструкции камеры смешения<sup>1</sup>, поэтому для уменьшения пульсаций необходимо прежде всего менять способ смешения воды и воздуха.

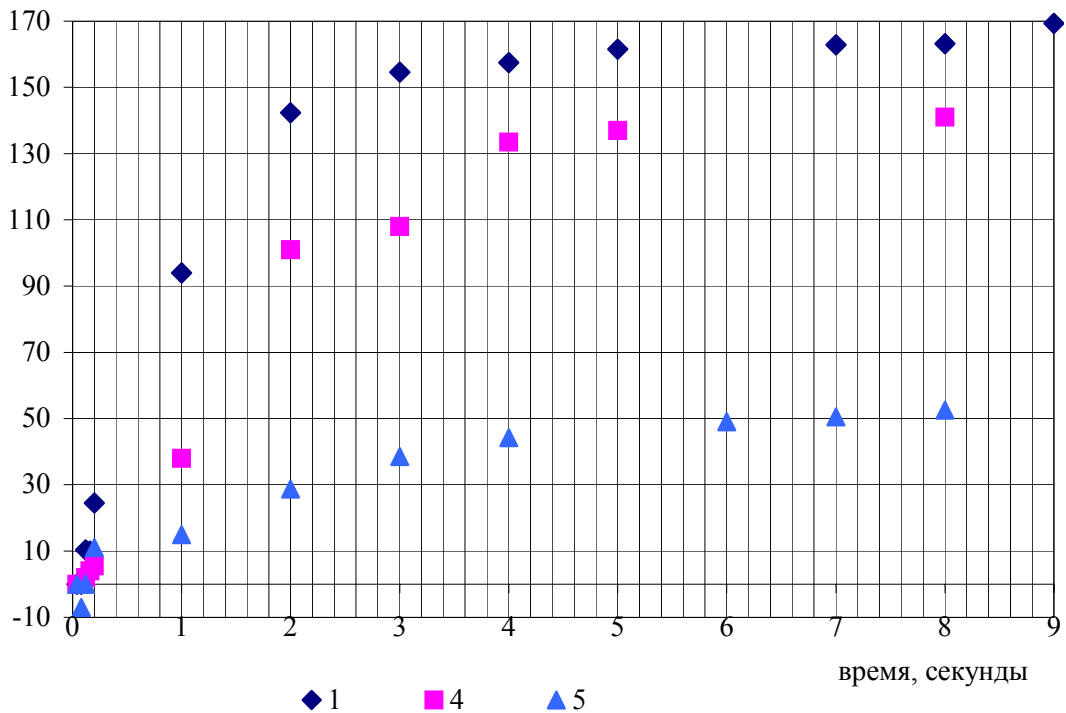


Рис.7.8. Отклонения стрелок манометров от нулевого положения с момента запуска экспериментальной установки (в градусах на расстояниях 190 мм (1), 90.4 мм (4) и 61 мм (5) от среза сопла).

<sup>1</sup> Отметим, что любые колебания параметров во входном сечении даже при постоянном расходе вызывают колебания расхода вниз по потоку.

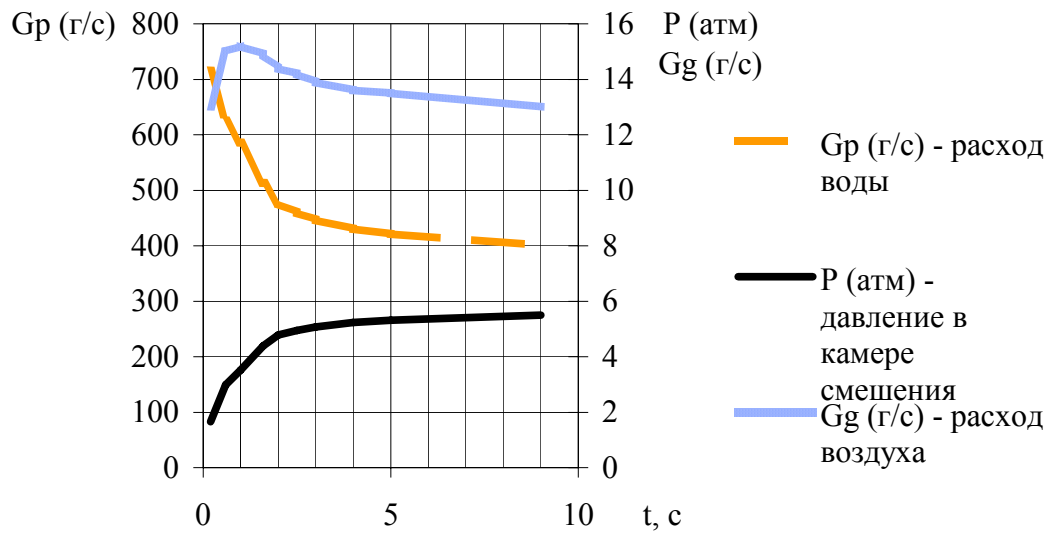


Рис.7.9. Изменение расходов воды и воздуха в процессе запуска РУПТ.

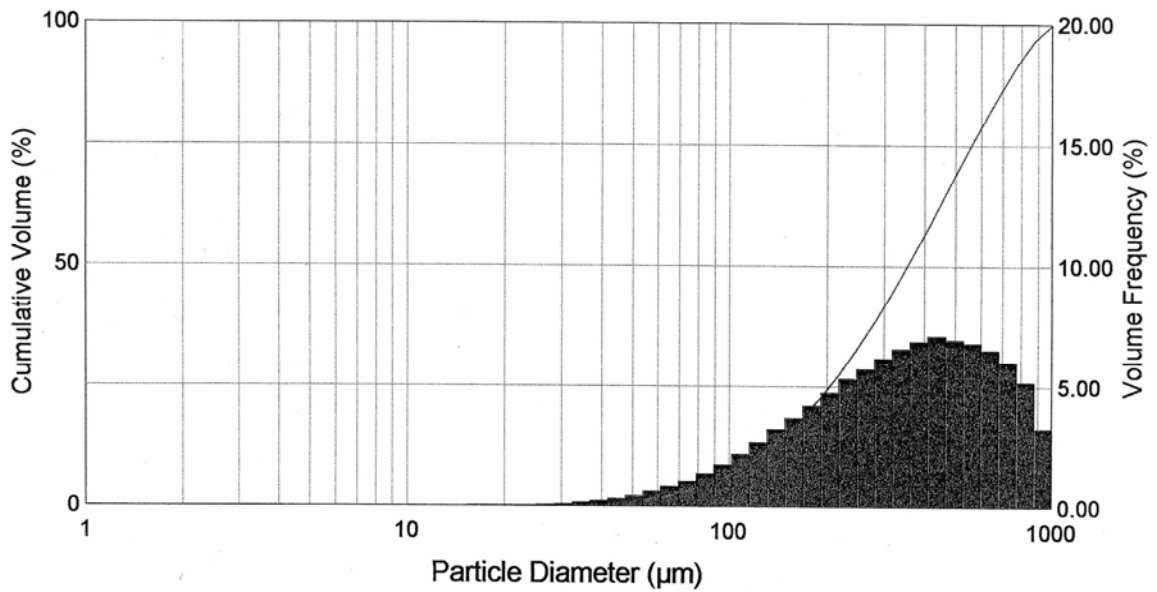


Рис.7.10. Функция распределения капель в струе РУПТ НИИ НТ МАИ на удалении в 1 м от среза сопла (по горизонтальной оси – логарифмическая шкала диаметров капель в мкм; темная область – объемная доля, определяемая по правой шкале; кривая линия – суммарный объем, который определяется по левой шкале).  $D_{32}=237.5$ ,  $D_{43}=395.8$ . В установке повышенный, по сравнению с «базовым», расход воды.

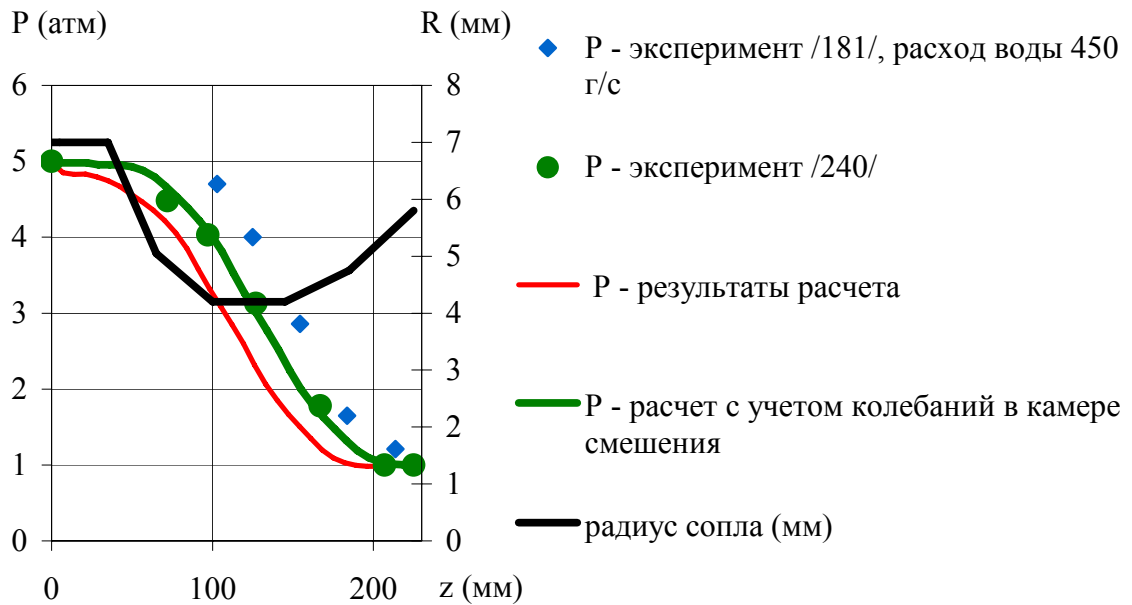


Рис.7.11. Результаты измерения и расчета давления вдоль стенки сопла.

## 7.2. Установка пожаротушения большой мощности для пожарного вертолета Ка-32А

### 7.2.1. Анализ систем пожаротушения с использованием летательных аппаратов.

Происшествие, связанное с риском возникновения пожара, требует максимально быстрой доставки средств тушения к потенциальному очагу возгорания. Требуемую быстроту могут обеспечить только летательные аппараты (ЛА). Что касается других видов пожаров, то лесные и степные пожары часто возникают в недоступных местах, где доставка оборудования и подача воды трудна, а нередко и невозможна. Аналогичная проблема возникает при возгораниях в высотных домах.

В мировой практике в этих случаях тушение пожаров осуществляют с помощью самолетов и вертолетов, оборудованных специальными сливными устройствами или имеющими приспособления для сбрасывания контейнеров,

заполненных огнетушащими веществами (ОВ). В одних случаях это первая атака самолетов и вертолетов на возникшие пожары с целью их сдерживания до подхода основных сил наземного пожаротушения, в других случаях – тушение с воздуха для оказания помощи наземным командам.

В работе /101/ показаны основные тенденции развития технологий пожаротушения с использованием ЛА. Выявление основных направлений развития проводилось на основе патентной документации за период с 1991 до 2002 года ведущих промышленно развитых стран мира и других стран, в которых в последние годы шло интенсивное развитие технологии пожаротушения. Принятые во внимание при проведении исследования источники информации включают в себя патентную документацию Российской Федерации, США, Канады, Японии, Великобритании, ФРГ и Франции, европейские заявки, а также международные заявки, поданные в соответствии с Договором о патентной кооперации. Поиск по патентной информации проводился в официальных электронных базах данных патентных ведомств отобранных стран и в электронной базе данных Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности. Необходимая информация отбиралась по ключевым словам и по следующим рубрикам международной патентной классификации (МПК - 7 редакция):

A62C - Противопожарная техника;

B64B - Летательные аппараты легче воздуха

B64C - Летательные аппараты тяжелее воздуха.

Для тушения пожаров в удаленных или труднодоступных местах, а также для тушения лесных пожаров, как правило, используют средства пожаротушения, устанавливаемые на борту летательных аппаратов или доставляемые непосредственно в очаг возгорания с помощью ЛА. Для доставки средств пожаротушения к очагу пожара могут применяться различные типы ЛА: самолеты, вертолеты, гидропланы, аэростаты и воздушные шары. Средства

пожаротушения включают в свой состав контейнеры, вмещающие до нескольких тысяч литров жидкого ОВ, которое распределяется (распыляется) над очагом пожара. Контейнеры с ОВ могут также сбрасываться в очаг пожара.

По принципу применения контейнеров с запасом ОВ средства пожаротушения с использованием летательных аппаратов можно подразделить на установки пожаротушения с отделяемыми контейнерами (так называемые «бомбы») и установки пожаротушения с неотделяемыми контейнерами (см. классификацию установок пожаротушения, изображенную на рис. 7.12).

Из анализа патентной документации наиболее развитых стран мира можно сделать вывод о том, что настоящее время установок для тушения высотных пожаров очень мало, причем подавляющее большинство – проекты, не доведенные до практического использования. Также ясно, что наиболее перспективны для тушения пожаров в высотных зданиях вертолеты со стволами, установленными на штангах, выходящих за диск винта (зону концевых вихрей) /186,188,197/.

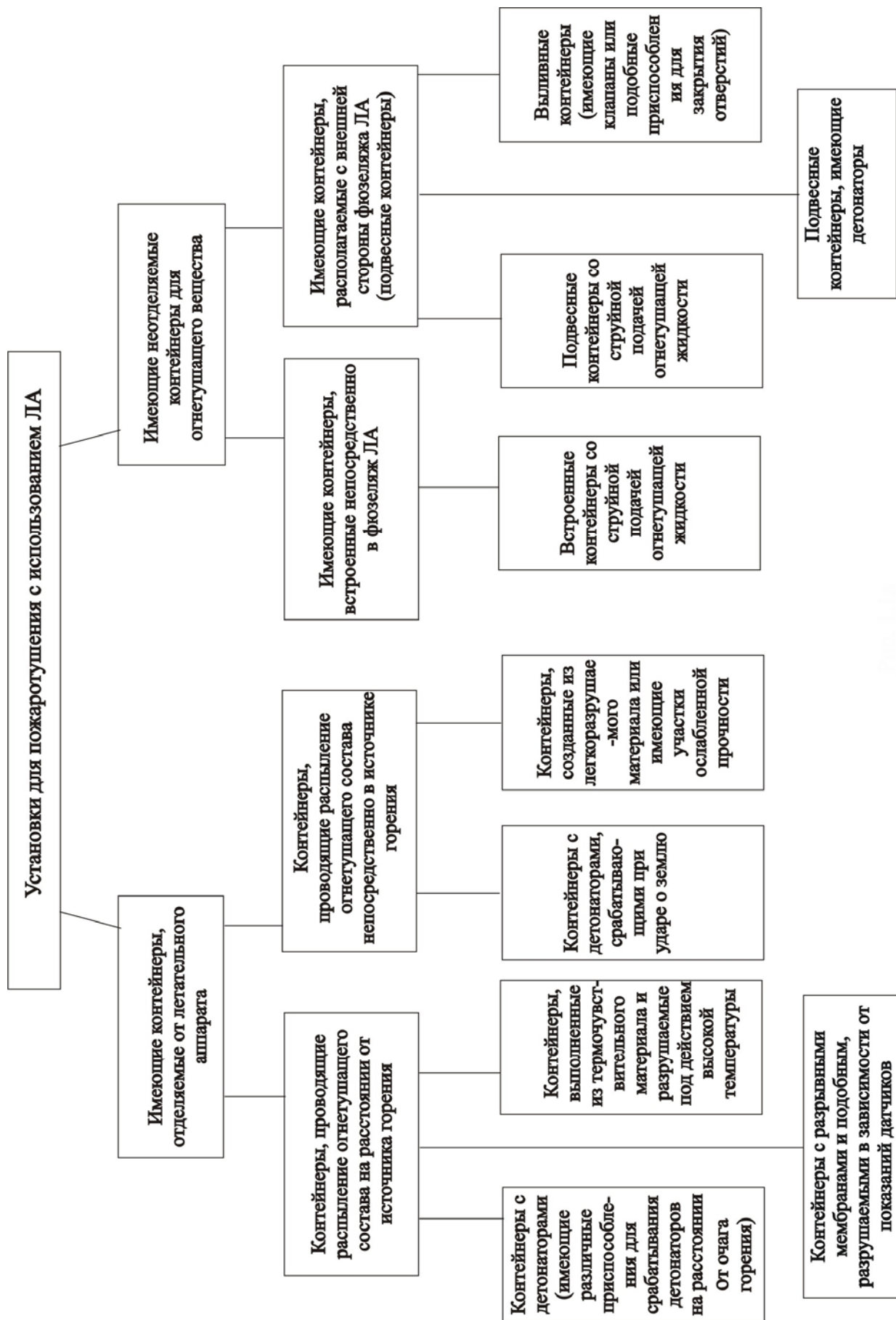


Рис.7.12. Классификация установок пожаротушения с использованием ЛА.

## 7.2.2. Описание установки пожаротушения большой мощности для пожарного вертолета Ка-32А.

Для тушения удаленных пожаров при АП и пожаров на высотных объектах НИИ НТ совместно с ОАО «Камов» была создана установка пожаротушения большой мощности для пожарного вертолета Ка-32А. Установка осуществляет подачу струи мелкодисперсной жидкости в очаги пожара. Она основана на газодинамической технологии, хорошо зарекомендовавшей себя в ходе эксплуатации РУПТ.

Пневмогидравлическая схема вертолетной установки пожаротушения приведена на рис. 7.13. Установка состоит из следующих основных узлов:

- двух емкостей (установлены внутри фюзеляжа) для тушащей жидкости (ТЖ) общим объемом 740 л (320 л + 420 л), изготовленных из нержавеющей стали и соединенных последовательно;
- блока газообеспечения с запасом сжатого до 300 атм. воздуха в баллонах, объединенных для удобства работы с ними в блоки, и устройств управления включением и редуцированием сжатого воздуха. Блок газообеспечения устанавливается на внешней подвеске вертолета с левой его стороны;
- ствола (рис. 7.14). Ствол устанавливается на переднем конце штатной штанги пожарного вертолета «Ка-32А», выполнен из нержавеющей стали, имеет возможность поворота в вертикальной плоскости  $\pm 15^\circ$  от штатного привода пожарного вертолета;
- пульта дистанционного управления (ПДУ) установкой пожаротушения. ПДУ устанавливается в кабине пилотов и обеспечивает управление работой электропневмоклапанов, визуальную индикацию величин высокого и низкого давления воздуха, расхода ТЖ и световую индикацию выполняемых установкой операций;
- соединительных элементов  $D_y 50$ ,  $D_y 32$ , и  $D_y 12,5$ , предназначенных для соединения отдельных частей установки в единое целое и представляющих

собой резиноканевые шланги на рабочее давление 30 атм. Шланги крепятся на элементы установки с помощью хомутов.

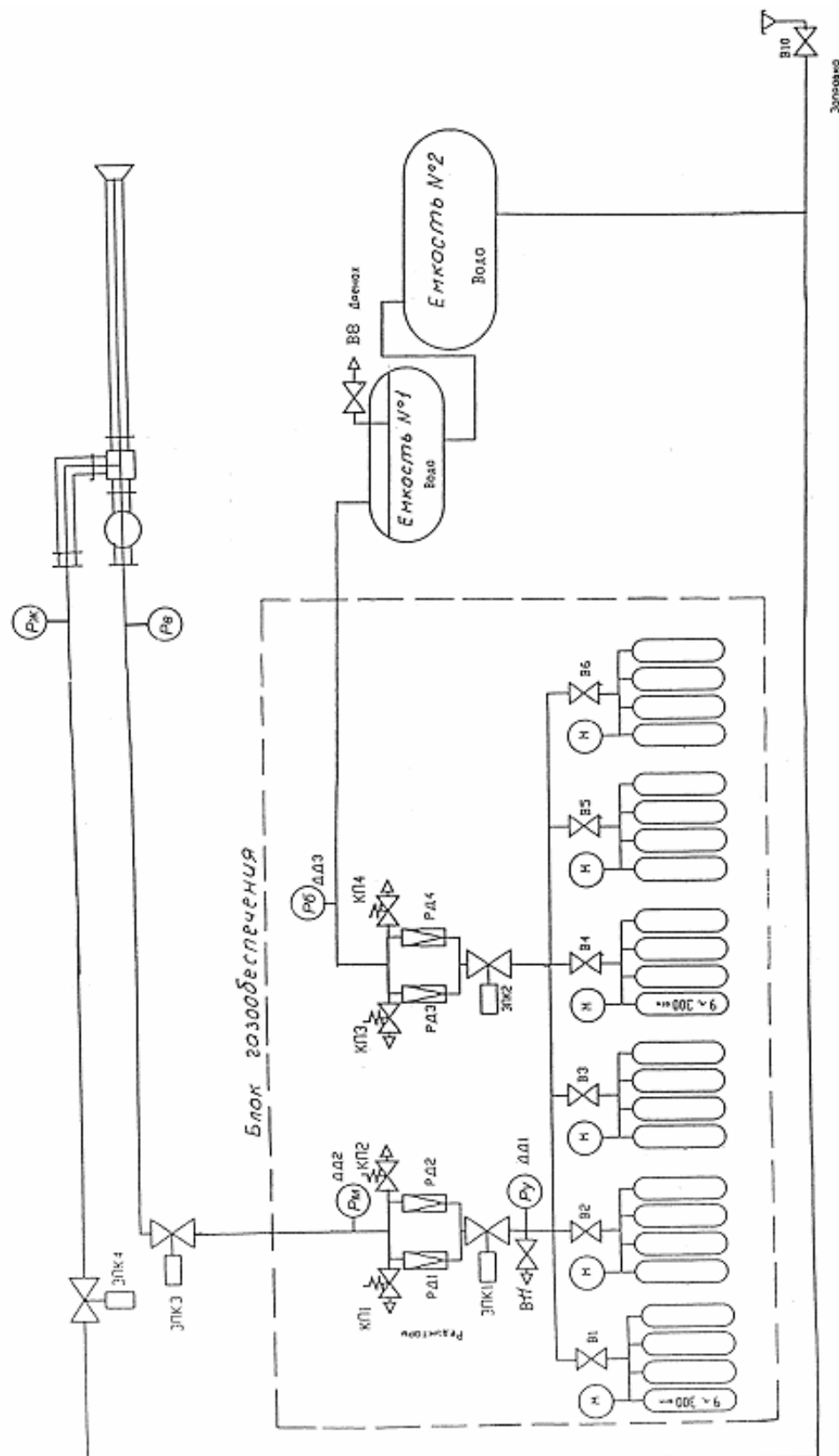


Рис. 7.13. Пневмогидравлическая схема установки.



Принцип работы установки пожаротушения состоит в следующем: из блока газообеспечения часть сжатого воздуха под давлением 20 атм поступает в емкость № 1, имеющей воздушную подушку и связанную трубопроводом с емкостью № 2, заполненную полностью ТЖ. ТЖ последовательно вытесняется из емкостей по шлангу в ствол.

В стволе происходит смешивание ТЖ и воздуха, в результате чего создается мелкодисперсная воздушно-жидкостная смесь, осуществляется разгон этой смеси в сопле до высокой скорости и формирование из нее компактной дальнобойной струи.

Расположение установки пожаротушения на пожарном вертолете Ка-32А показано на рис. 7.14.

Основные технические характеристики:

- система подачи ТЖ – вытеснительная;
- масса установки (кг):
  - заправленной - 1554
  - незаправленной - 760
- расход ТЖ (л/с) – 10;
- дальность струи (м) не менее – 30;
- рабочее давление в емкостях с ТЖ максимальное (МПа) - 2;
- рабочее давление в воздушных баллонах (МПа)- 4 ÷ 30;
- режим работы – непрерывный и импульсный.

Установка успешно прошла стендовые, наземные и воздушные испытания (рис. 7.15, 7.16, 4 из Введения).



Рис. 7.14. Расположение установки на вертолете.



Рис. 7.15. Стендовые испытания установки пожаротушения вертолетного базирования.



Рис.7.16. Наземные испытания установки пожаротушения вертолетного базирования.

### **7.2.3. Выбор оптимального режима работы сопла системы пожаротушения вертолетного базирования.**

Изложенная выше (п. 6.1) методика использовалась при выборе оптимального режима работы сопла системы пожаротушения вертолетного базирования (рис.7.13-7.16 и рис.4 из Введения) /194/. На рис.7.17 и в таблице 7.1 приведены полученные экспериментально на установке-прототипе и, вычисленные в приближении равновесной смеси, соотношения расходов воды и воздуха. Эти точки расположены на одной вертикальной линии, слева от каждой такой пары точек приведено значение перепада давления между магистралью подачи воды и камерой смешения, справа - давление в камере. Пояснения в табл.7.1 объясняют применение изложенной в п.6.1 методики. Дело в том, что, повышая давление в камере, мы увеличиваем потенциальную энергию потока, а подбирая перепад мы регулируем работу камеры смешения, причем плох как маленький перепад (вода пойдет вдоль стенки), так и большой (вода долетает до оси и образует крупные фрагменты). Серые строки таблицы говорят о неудачном перепаде, светлые строки дают ориентировочный расход

воздуха. Сопоставление расчетных и экспериментальных точек позволило заключить, что оптимальный, по дальнобойности струи, режим следует искать в следующем диапазоне параметров:

- давление в камере смешения 10-11 атм;
- перепад давления между магистралью подачи воды и камерой 0.9-1.1 атм;
- массовый расход воды 9.5-10.5 литр/с (требование технического задания);
- массовый расход воздуха 250-350 г/с, причем соотношение расходов воды и воздуха должно быть в диапазоне 26-42.

Оптимальный режим работы системы, принятой службой пожаротушения на вооружение, находится в указанной области.

Таблица 7.1.

Экспериментальные и расчетные данные для определения оптимального режима установки пожаротушения вертолетного базирования

| Расход воды, Gp (кг/с) | Расход воздуха, Gg (кг/с) эксп. | Расход воздуха, Gg (кг/с) расчет | Избыточное давление в камере (атм) | перепад давления (атм) | Рекомендации в соответствии методикой п.6.2. |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|--|
| 7,5                    | 0,14                            | 0,175                            | 6                                  | 1                      | слабо разгоняется вода                       |
| 7,85                   | 0,38                            | 0,36                             | 9,6                                | 0,2                    | плохо работает камера                        |
| 8,6                    | 0,28                            | 0,33                             | 9,4                                | 0,6                    | слабо разгоняется вода                       |
| 9,8                    | 0,29                            | 0,25                             | 6,8                                | 1,2                    | плохо работает камера                        |
| 10,25                  | 0,18                            | 0,35                             | 9                                  | 1                      | слабо разгоняется вода                       |
| 10,25                  | 0,275                           | 0,175                            | 8,6                                | 1                      | плохо работает камера                        |
| 10,3                   | 0,05                            | 0,105                            | 6,6                                | 1,6                    | слабо разгоняется вода                       |
| 10,45                  | 0,2                             | 0,25                             | 9,5                                | 0,7                    | слабо разгоняется вода                       |
| 10,47                  | 0,15                            | 0,115                            | 6,6                                | 1,4                    | плохо работает камера                        |
| 10,7                   | 0,145                           | 0,1                              | 6,5                                | 1,5                    | плохо работает камера                        |

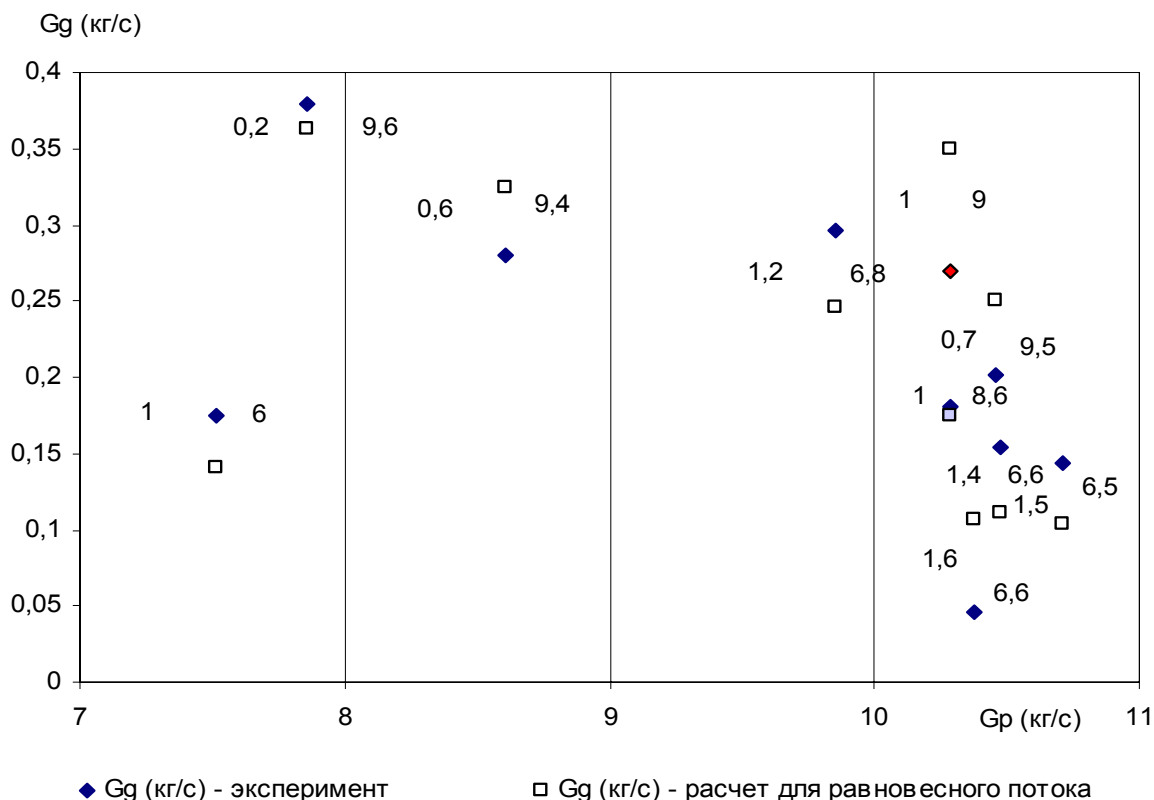


Рис.7.17. Экспериментальные и расчетные расходные характеристики сопла для системы пожаротушения вертолетного базирования.

### 7.3. Оценка параметров водяной завесы при возгорании в салоне воздушного судна.

Актуальность задачи дымозащиты и пожаротушения при возгораниях в салонах объясняется, в первую очередь, низкой эффективностью технических средств, используемых в настоящее время. Создаваемое на основе тонкодисперсной воды оборудование подтвердило свою высокую эффективность и востребованность у потребителей. Опыт работы с мелкораспыленной водой позволяет полагать, что с помощью направленного воздействия такого аэрозоля возможно не только тушение пожара, но и блокировка дыма и газов от очага возгорания в вентилируемых каналах, например, в салоне воздушного судна.

Блокировка дыма должна быть возможна при следующих параметрах:

- температура задымленного воздуха +5 - + 30<sup>0</sup>С;

- давление задымленного воздуха 1 атм;
- максимальная скорость задымленного потока у очага возгорания (10...80) м/с.

При этом параметры системы блокировки должны быть в следующем диапазоне:

- диапазон расхода воды (0,5...1,5) кг/с;
- средняя дисперсность распыла (50...280) мкм;
- скорость капель воды (20...40) м/с;

Прежде всего надо показать, что для блокировки потока не требуется каких-то запредельных параметров системы блокировки. Рассмотрим тестовую задачу, в которой моделировался поток в осесимметричном канале, эскиз которого приведен на рис.7.18.

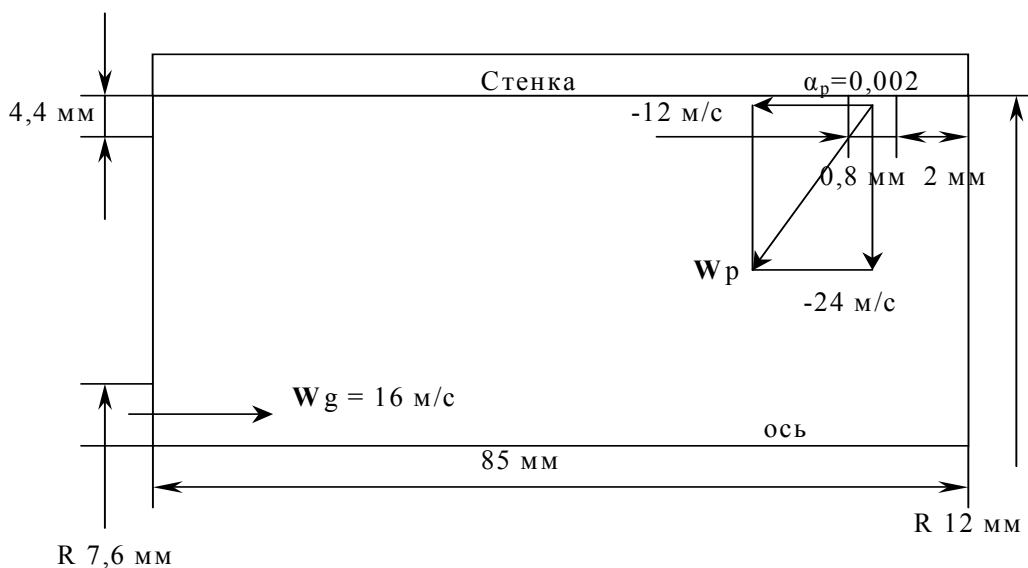


Рис.7.18. Геометрические размеры и основные исходные характеристики тестового потока. Справа вверху показана кольцевая щель шириной 0.8 мм, из которой в осесимметричный канал со скоростью  $W_p$  впрыскиваются капли.

Результат расчета тестового потока в графическом виде приведен на рис.7.19. Стоит отметить колебания давления газа в приосевой зоне. Эти

колебания связаны с волновым характером решения, то есть периодическим прохождением крупных вихрей.

С целью проверки соответствия модели реальному явлению, были проведены натурный и численный эксперименты. Для простоты, при численном моделировании, вместо конструкции, использованной в эксперименте (рис.7.20), был взят осесимметричный цилиндрический канал (рис.7.21), при этом все характерные сечения были максимально близки по площади. Форсунки моделировались равномерно распределенным вдувом по периметру вблизи правой границы. Это справедливо уже потому, что размер расчетной ячейки соизмерим с размером форсунки. Вместо вентиляционного окна была задана кольцевая щель у стенки цилиндра.

На основании ряда предварительных расчетов была взята сетка размером 120X400 ячеек. Так как важно использовать максимально близкие к экспериментальным средние скорость и размер капель, которые равны 40 м/с и 200 мкм соответственно, то объемная концентрация капель при вдуве на длине одной ячейки определялась из суммарного расхода воды и равнялась  $3,3 \cdot 10^{-4}$ .

Результаты моделирования в графическом виде приведены на рис.7.22, 7.23.

Расчеты показали, что существует такое сечение потока, в котором скорость газа во всех точках имеет составляющую, направленную справа налево, то есть весь вошедший через приосевое отверстие задымленный воздух выходит через пристеночную вентиляционную щель. Это и есть блокировка дыма, имеющая место в натурном эксперименте. Отметим высокую чувствительность распределения капель к скорости вдува жидкости, что согласуется с результатами п.4.4.

В итоге создан инструмент, позволяющий теоретически, путем численных экспериментов, подбирать параметры водяных завес в зависимости от интенсивности движения воздуха в вентилируемых салонах воздушных судов.

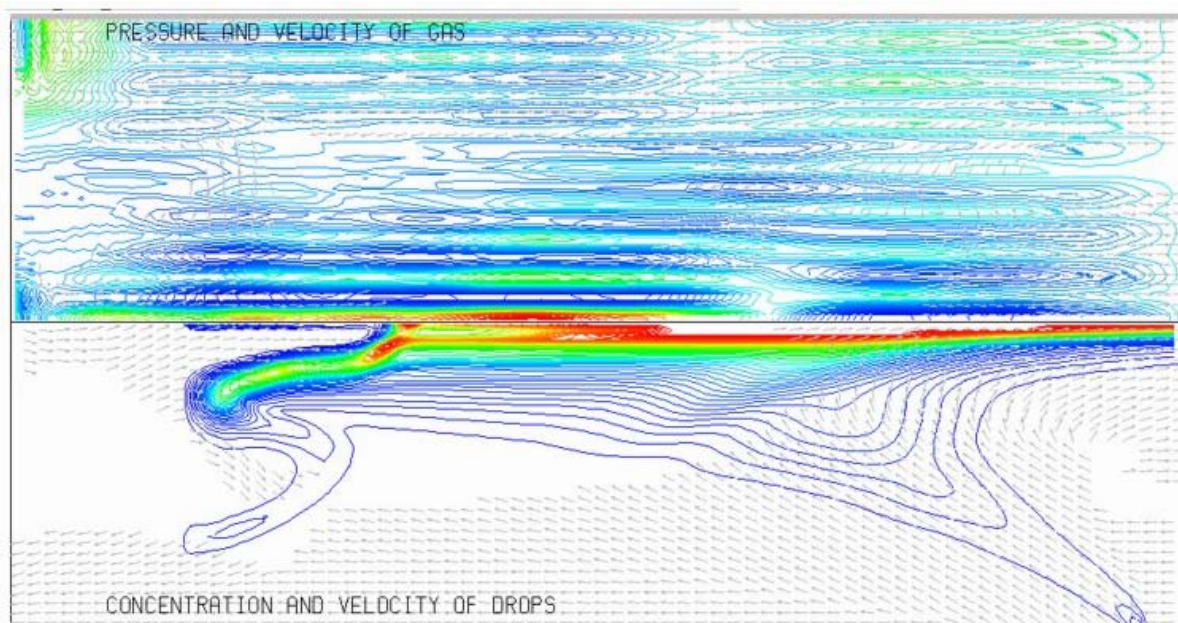


Рис.7.19. Расчет тестового потока. В верхней половине канала изолиниями изображено поле давления газа, а стрелками – направления скорости газа. В нижней половине изолинии изображают поле объемной концентрации, а стрелки – направления скорости капель.



Рис.7.20. Эксперимент по задымлению в макете отсека воздушного судна. Видны работающие форсунки вверху и внизу макета, около вертикальной трубы.



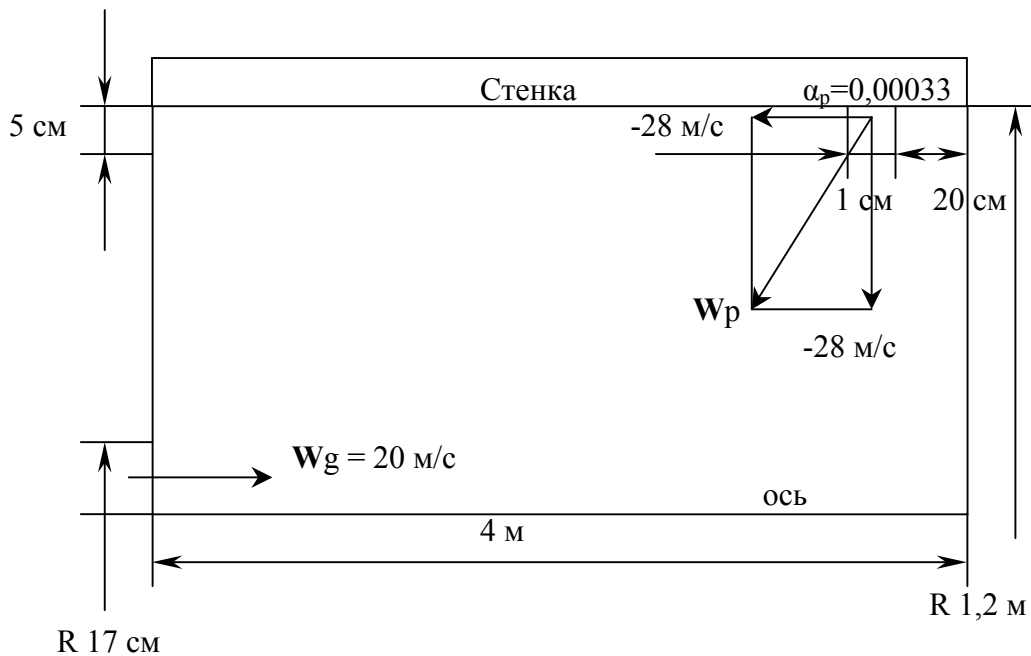


Рис.7.21. Геометрические размеры и основные исходные характеристики потока, моделирующего натуральный эксперимент.

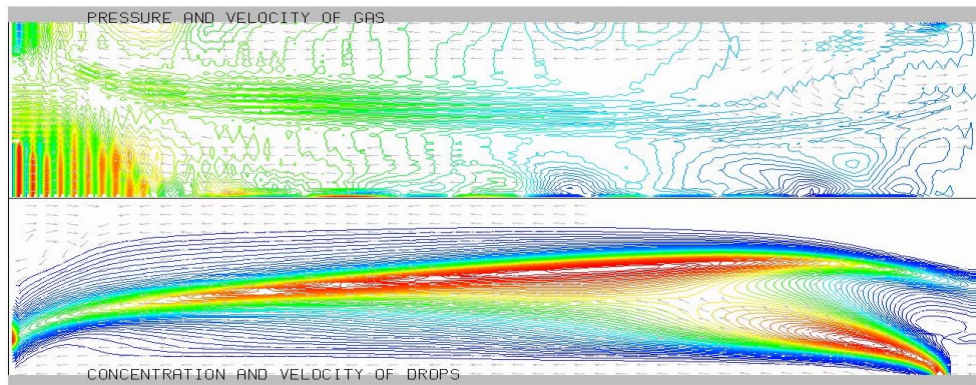


Рис.7.22. Задымленный воздух вдувается слева направо вдоль оси, вода впрыскивается справа, у открытой границы, со скоростью 36 м/с. В верхней половине рисунка – изолинии давления и векторы скорости газа, в нижней – изолинии объемной доли и векторы скорости капель.

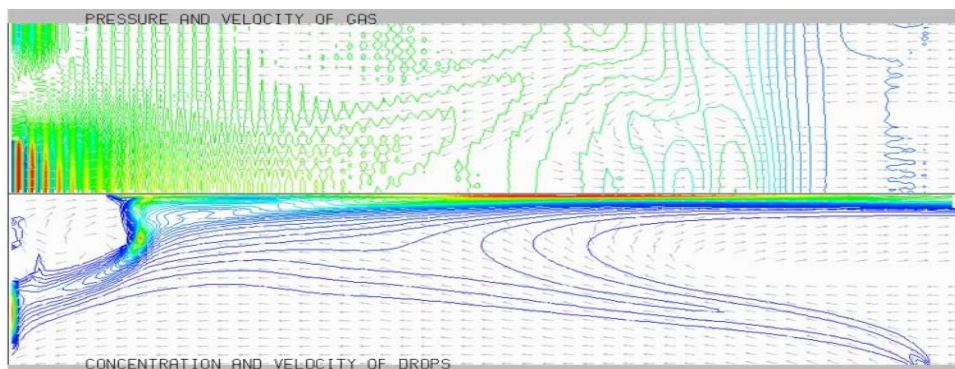


Рис.7.23. Задымленный воздух вдувается слева направо вдоль оси, вода впрыскивается справа, у открытой границы, со скоростью 45 м/с. В верхней половине рисунка – изолинии давления и векторы скорости газа, в нижней – изолинии объемной доли и векторы скорости капель.

#### **7.4. Выводы по главе 7. Место перспективных технологий и систем пожаротушения НИИ НТ МАИ и ООО «ТЕМПЕРО» в номенклатуре вооружений аварийно-спасательных служб аэропортов.**

В итоге видно, что предлагаемые подходы к численному и экспериментальному исследованию газокапельных потоков успешно использовались при разработке РУПТ НИИ НТ МАИ и системы пожаротушения воздушного базирования, для оценки параметров системы противопожарной защиты салона воздушного судна.

Чтобы понять, что может дать рассматриваемая технология тушения пожаров распыленной водой на воздушном транспорте, рассмотрим её возможности на примере технологических карт тушения типовых пожаров (возгорание шасси, двигателя, пожар внутри салона, горение разлитого топлива) на крупном грузовом воздушном судне (типа Ан-124) (см. Приложение 28). Общее, что есть во всех картах: такой этап тушения, как охлаждение конструкций, и применение пены. Отметим два момента:

- только при тушении разлитого топлива доля огнетушащего состава, идущего на охлаждение, падает ниже 40%;
- минимальный расход огнетушащего состава составляет более 6 тонн.

Как показывают исследования /104/, максимальная теплоотдача с твердых поверхностей получается при охлаждении их тонкораспыленной водой, когда на поверхности нет сформировавшейся водяной пленки. В этом случае теплоотдача увеличивается в несколько раз, что позволяет соответственно сократить расход огнетушащего состава на охлаждение конструкций.

Также известно, что, помимо тушения пожара при авиационном происшествии, часто на аварийно-спасательной службе аэропорта лежит обязанность тушения других видов пожаров на территории аэропорта. В этом случае применение средств тушения, использующих мелкодисперсную воду, гораздо безопаснее и эффективнее, чем штатных средств пожаротушения

/131,154/. Здесь стоит отметить, что системы пожаротушения НИИ НТ МАИ и ООО «Темперо» на базе автомобиля «Газель» и мотоколяски «Кинешма» (рис. 7.24, 7.25) занимают промежуточную и практически не заполненную нишу между переносными средствами тушения и пожарными автомобилями. Это позволяет использовать их при тушении относительно небольших возгораний, которые, однако, не могут быть гарантированно потушены ручными средствами, при этом не привлекаются аэродромные машины, что позволяет не снижать гарантированный уровень пожарной защиты в аэропорту.

Еще одна область применения мелкодисперсных систем на воздушном транспорте связана с созданием аэродромных противопожарных автомобилей. Здесь логика развития этих машин вызвала появление на них систем самозащиты от пожара, обычно это системы создания капельно-водяных завес. Рассматриваемые в диссертации подходы позволяют достоверно прогнозировать параметры таких завес на этапе проектирования.



Рис.7.24. Дисперсная система с расходом 1 л/с и две РУПТ на мотоколяске «Кинешма».



Рис.7.25. Автомобиль быстрого реагирования.