

А.Д. Булва, Г.В. Котов, В.И. Плуто
(ГУО "Командно-инженерный институт" МЧС Республики Беларусь;
e-mail: Bulva@list.ru)

ВОЗДУШНАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В настоящее время при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, широкое распространение получили газодинамические установки. В то же время есть ряд ограничений их применения, которые обуславливаются высокой температурой исходящего газа. Предлагается конструкция устройства, позволяющего создавать воздушный низкотемпературный скоростной поток.

Ключевые слова: газодинамическая установка, ликвидация чрезвычайной ситуации, компрессор, турбореактивный двигатель.

A.D. Bulva, G.V. Kotov, V.I. Pluto

AIR GAS-DYNAMIC LOW TEMPERATURE INSTALLATION FOR FIRE FIGHTING AND ELIMINATION OF EMERGENCIES

Nowadays gas-dynamic installations are widely used at fire fighting and elimination of natural and technogenic emergencies and for suppression of fires. However there are some restrictions and criteria of their application which are caused by high temperature of proceeding gas. The design of the installation is proposed.

Key words: gas-dynamic installation, elimination of emergencies, compressor, turbojet engine.

Статья поступила в редакцию 30 декабря 2010 г.

В настоящее время при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера широкое применение нашли газодинамические установки.

Задачей большинства из таких установок является **срыв пламени** за счёт высокотемпературного скоростного потока, истекающего из сопла турбореактивного двигателя, установленного на платформу автотранспортного средства. Для повышения эффективности тактического применения установок в струю газодинамического потока вводят также струи воды, формируемые лафетными стволами, имеющими значительный расход, тем самым достигается некоторое охлаждение высокоскоростного потока.

Для ликвидации горения на поверхности разработано техническое устройство [1], обеспечивающее срыв пламени направленным под острым углом к поверхности высокоскоростным потоком, содержащим пар огнетушащей жидкости. Устройство содержит стационарно установленный на транспортном средстве турбореактивный двигатель с соплом и насадкой, емкость огнетушащей жидкости с трубопроводом подачи жидкости к насадке, на конце трубопровода установлена форсунка.

Известна и применяется установка газоводяного тушения пожаров фонтанов на газовых, нефтяных и газонефтяных скважинах [2], которая содержит шасси с поворотной платформой, установленный на неё турбореактивный двигатель с соплом и распылителями воды.

Для тушения лесных пожаров применяется установка газодинамического тушения [3], содержащая реактивный турбовинтовой двигатель, лопасти винта которого установлены в положение, при котором они создают отрицательную тягу, имеющую противоположное реактивной тяге двигателя направление.

Однако, общим недостатком существующих установок [1-3] является ограниченный диапазон и область применения, так как они реализуют один технический эффект – создание высокоскоростного температурного газового потока, в который вводятся водяные струи для его охлаждения. Дальнейшее расширение возможностей и условий применения газодинамических установок ограничено **высокой температурой** исходящего газа (свыше 550 °С), что уменьшает срок эксплуатации газодинамических установок, повышает износ их элементов и не позволяет реализовать другие технические эффекты скоростного газового потока.

Авторами предлагается устройство, позволяющее создавать воздушный **низкотемпературный** высокоскоростной поток, что обеспечивает расширение тактических возможностей пожарно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Предлагаемое устройство представляет собой компрессор турбореактивного либо турбовинтового авиационного двигателя, который приводится в действие от двигателя внутреннего сгорания автомобиля через коробку отбора мощности.

На рис. 1 представлена схема предлагаемой воздушной низкотемпературной газодинамической установки, где 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – коробка отбора мощности; 3 – компрессор турбореактивного либо турбовинтового авиационного двигателя; 4 – патрубок с перфорированной вставкой; 5 – корпус турбореактивного либо турбовинтового авиационного двигателя; 6 – сопло; 7 – эжектор-насадка; 8 – лафетный ствол.

Компрессор (3), приводимый в действие через коробку отбора мощности (2) от двигателя внутреннего сгорания (1), обеспечивает на выходе из сопла (6) мощный воздушный низкотемпературный поток, который, имея высокую начальную скорость, в результате действия силы трения обеспечивает дополнительный приток воздуха через эжектор-насадку (7).

Газодинамическая установка может применяться при рассеивании опасных химических и пожаро-, взрывоопасных веществ при авариях на объектах химической и нефтехимической промышленности, а также создавать эффективное препятствие распространению опасного облака.

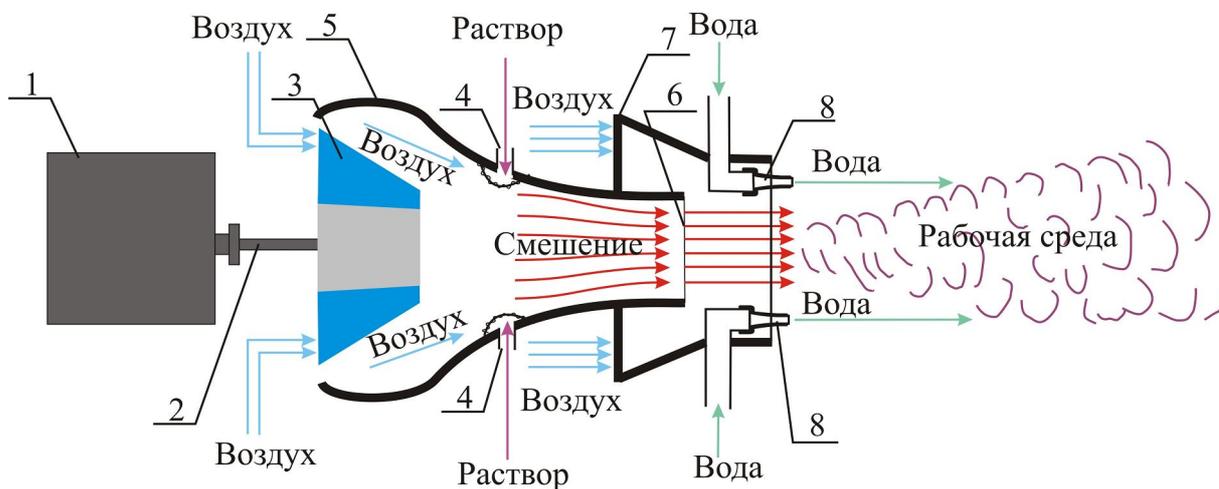


Рис. 1. Схема воздушной газодинамической установки для создания низкотемпературного высокоскоростного потока

Для создания воздушно-механической пены вместо камеры сгорания турбореактивного либо турбовинтового авиационного двигателя встраиваются патрубки с перфорированными вставками (4). С помощью пожарной техники в патрубки подается раствор пенообразователя. За счет активного перемешивания раствора с воздушным потоком, что обеспечивается наличием перфорированных вставок (4) и эжектора-насадки (7), на выходе из сопла (6) происходит формирование пены. Для увеличения дальности её подачи в нижней части эжектора-насадки (7) дополнительно устанавливаются стационарные водяные лафетные стволы (8), к которым вода поступает через имеющуюся систему подачи огнетушащих средств.

Для охлаждения места пожара через патрубки с перфорированными вставками (4) подается вода, которая, перемешиваясь с воздушным потоком от компрессора (3) и эжектора-насадки (7), формирует "водяной туман".

Для проведения специальной обработки поверхностей при ликвидации последствий химического, радиационного и биологического загрязнения через патрубки с перфорированными вставками (4) подаются средства специальной обработки. Их дополнительное перемешивание с воздухом обеспечивается потоком в эжекторе-насадке (7). Имея высокую степень диспергирования в воздушной среде, средства специальной обработки более качественно наносятся на обрабатываемые поверхности. При этом значительно сокращается количество требуемых средств и увеличивается площадь обработки.

Для проветривания путей эвакуации при пожарах и чрезвычайных ситуациях воздушная низкотемпературная газодинамическая установка может нагнетать воздушный поток в горящее помещение, а для удобства использования и возможности маневрирования нагнетание воздуха может осуществляться через матерчатый рукав, прикрепляемый к соплу (6).

Предлагаемая установка может быть использована и для тушения пожаров фонтанирующих нефтепродуктов. Наибольший эффект будет достигаться при соотношении расхода воздуха и воды, равном 0,66 [4]. При этом количест-

во лафетных стволов (8), подающих воду в воздушный поток, определяется исходя из параметров компрессора (3) и двигателя внутреннего сгорания (1).

Исследования были проведены для компрессора турбореактивного двигателя ВК-1А, наиболее часто применяемого при создании турбореактивных установок, и дизельного двигателя ТМЗ-8522.10 (номинальная мощность – 305 кВт), который приводил в действие компрессор; диаметр сопла, из которого выходил воздух, составлял – 0,25 м.

При номинальной частоте вращения вала двигателя – $29,6 \text{ с}^{-1}$, расход воздуха из сопла установки составлял $8,3 \text{ м}^3/\text{с}$, а скорость воздушного потока – 173 м/с . На рис. 2 представлены график изменения скорости воздушного потока и график изменение средней скорости на профиле потока в зависимости от расстояния до оси сопла.

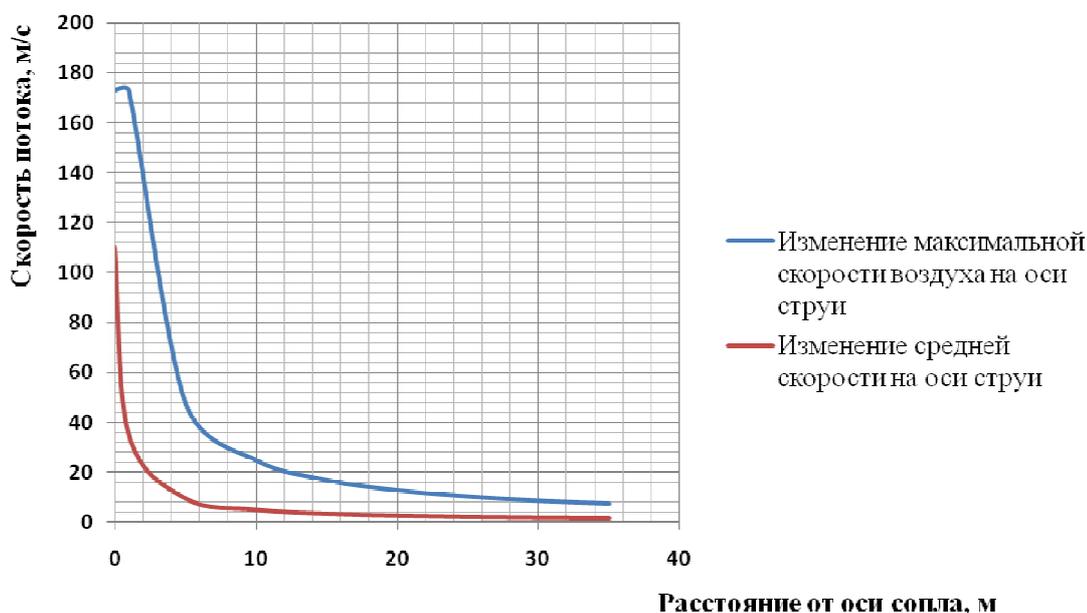


Рис. 2. Диаграмма изменения скорости воздушного потока в зависимости от расстояния до сопла установки

Расчет средней скорости на профиле потока выполнен с использованием расчетных соотношений для свободной затопленной турбулентной струи, полученных из теории Абрамовича Г.Н. [5].

Для других значений частоты вращения вала компрессора и дизельного двигателя ТМЗ-8522.10 расход воздуха может быть определен из соотношения:

$$Q = Q_n \cdot \frac{n}{n_n} = 8,3 \cdot \frac{n}{29,6} = 0,28 \cdot n,$$

где Q – секундный расход воздуха из сопла установки, $\text{м}^3/\text{с}$;

Q_n – расход воздуха при номинальной частоте вращения вала двигателя, $\text{м}^3/\text{с}$;

n_n – номинальная частота вращения вала двигателя, с^{-1} ;

n – фактическая частота вращения вала двигателя, с^{-1} .

Проведенные расчеты показали, что на расстоянии 35 м воздушным потоком ежесекундно рассеивается и смещается по длине воздушной струи свыше 420 м³ воздуха, а длина фронта защищаемой зоны составляет около 20 м.

При применении предлагаемого устройства ожидается решение следующих тактических задач:

- создание эффективной противопожарной и противохимической защиты в виде воздушного потока высокой скорости (свыше 150 м/с) и шириной свыше 20 м, оказывающего активное локализирующее и рассеивающее действие на распространяющееся облако опасных химических и пожаро-, взрывоопасных веществ;
- создание воздушно-механической пены и возможность подачи её на значительные расстояния (свыше 15-20 м);
- создание заградительной полосы из воздушно-механической пены на пути распространения пламени;
- вентиляция путей эвакуации при пожарах и чрезвычайных ситуациях за счет вытеснения продуктов горения;
- охлаждение места пожара путем создания и подачи на очаг "водяного тумана";
- специальная обработка поверхностей при ликвидации последствий химического, радиационного и биологического загрязнения;
- тушение фонтанирующих газовых и жидких углеводородов.

Литература

1. *Способ* тушения пожара горячей поверхности и устройство для его осуществления: пат. 1639667, СССР, А62С3/02 / Буробин В.Н., Верещака А.И., Ключников Г.Я.; заявитель – Академия гражданской авиации. – № 4658516; заявл. 03.03.1989; опубл. 07.04.1991.

2. *Установка* газоводяного тушения пожаров фонтанов на газовых, нефтяных и газонефтяных скважинах: пат. 733699, СССР, А62С3/00, Е21В35/00 / Абдурагимов И.М., Заславский Л.И., Макаров В.Е.; заявитель Высшая инженерная пожарно-техническая школа. – № 2570004; заявл. 18.01.1978; опубл. 15.05.1980.

3. *Установка* газодинамического тушения: пат. 2109535, Российская Федерация, А 62 С3/02, А 62 С27/00, В 64 D1/16 / Петраков В.М., Галяев Д.В., Казаков И.Н., Коняев Е.А., Петраков С.В., Фролов В.П.; заявитель Петраков Валерий Михайлович. – № 96120796/12; заявл. 27.09.1996; опубл. 27.04.1998.

4. *Кулаковский Б.Л.* Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины: учебное пособие / Кулаковский Б.Л., Маханько В.И., Кузнецов А.В.. – Мн. Технопринт, 2002. С. 147-153.

5. *Альтшуль А.Д.* Гидравлика и аэродинамика: учеб. для вузов / Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. М.: Стройиздат, 1987. 414 с.