

ДОЖДЕВАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Письменный В.Л.

Филиал «Взлет» Московского авиационного института в г. Ахтубинске

Ключевые слова: газотурбинная установка, искусственный дождь, орошение, экология.

Аннотация. Предложен способ искусственного формирования дождевых облаков, которые в виде осадков выпадают на орошаемую поверхность. Для транспортировки воды в верхние слои атмосферы используется энергия газотурбинного двигателя. Способ позволяет бороться с пожарами, засухой, загазованностью воздуха, вызванными климатическими изменениями. Ожидаемый экономический эффект для России может превысить триллион рублей в год.

WATER INSTALLATION

Pismennyi V.L.

Branch “Vzlet” of Moscow Aviation Institute, Ahtubinsk

Keywords: gas turbine installation, artificial rain, irrigation, ecology.

Abstract. A method for the artificial formation of rain clouds, which in the form of precipitation falls on the irrigated surface, is proposed. The energy of a gas turbine engine is used to transport water to the upper atmosphere. The method allows you to deal with fires, drought, gas pollution, caused by ongoing climate change. The expected economic effect for Russia may exceed a trillion rubles a year.

Изменение климата, происходящее в последние десятилетия, сопровождается повышением среднегодовой температуры воздуха. По оценкам экспертов к концу этого столетия температура на Земле вырастет на 3,2 градуса по Цельсию. Как следствие этого: участившиеся засухи, пожары, ухудшение экологической обстановки в местах компактного проживания людей – тот же смог в Москве в 2010 году или практически постоянно горящая Сибирь. На преодоление последствий, вызванных экологическими изменениями, ежегодно тратятся огромные средства, притом, что предотвратить катаклизмы всегда проще, чем устранить их последствия.

Наиболее эффективным способом защиты территорий от воздействия высоких температур воздуха является организация искусственных дождей [1-3]. Более того, в этом случае эффект от климатического повышения температуры воздуха меняется на противоположный.

Дождевальная установка [3], изображенная на рис. 1, относится к системам орошения засушливых районов.

Дождевальная установка выполнена на базе газотурбинного двигателя (ГТД), состоящего из турбокомпрессора 1, форсажной камеры 2, внутри которой последовательно установлены топливный коллектор 3 и водяной коллектор 4 с форсунками, направленными по потоку газа, выходного устройства 5, водяного насоса 6. Форсажная камера установлена вертикально относительно поверхности земли (длина цилиндрической части камеры ~ 20 метров). Выходное устройство выполнено в виде сопла Лавала.

Работа установки осуществляется следующим образом. Воздух из атмосферы поступает в турбокомпрессор, в котором происходит повышение температуры и давления газа (продуктов сгорания) до значений, в несколько раз превышающих температуру и давление атмосферного воздуха.

Из турбокомпрессора горячий газ поступает в форсажную камеру, куда через коллектор подается топливо. В результате сгорания топлива температура газа в зоне горения повышается до 2000 К и более.

Через водяной коллектор, расположенный за зоной горения топлива, насосом, приводимым в действие турбокомпрессором, подается вода под давлением ~ 10 МПа. Вода истекает из форсунок, смешивается с газом и испаряется (температура смеси более 200 °С). В результате торможения и испарения воды давление парогазовой смеси повышается.

В выходном устройстве парогазовая смесь разгоняется до сверхзвуковой скорости (перепад давлений в сопле сверхкритический). Пар (в составе смеси) приобретает кинетическую энергию (скорость пара возрастает, а температура понижается, оставаясь более 100 °С).

Пар за счет кинетической энергии подбрасывается на несколько сотен метров вверх. После чего под действием выталкивающих сил (сил Архимеда) пар устремляется дальше – вверх (на тысячу и более метров, в зависимости от температуры пара). Последующие превращения пара (конденсация и выпадение в виде дождевых осадков) определяются закономерностями, происходящими в атмосфере при образовании дождевых облаков [4].

Производительность дождевальной установки определяется энергетикой базового ГТД

$$G_{\text{воды}} \approx 1,84 \cdot G_{\text{в}} \cdot (T_{\text{ф}} - T_{\text{см}}) \text{ [кг/ч]},$$

где $G_{\text{в}}$ – расход воздуха, кг/с;

$T_{\text{ф}}$ – температура газа в форсажной камере;

$T_{\text{см}}$ – температура парогазовой смеси в форсажной камере.

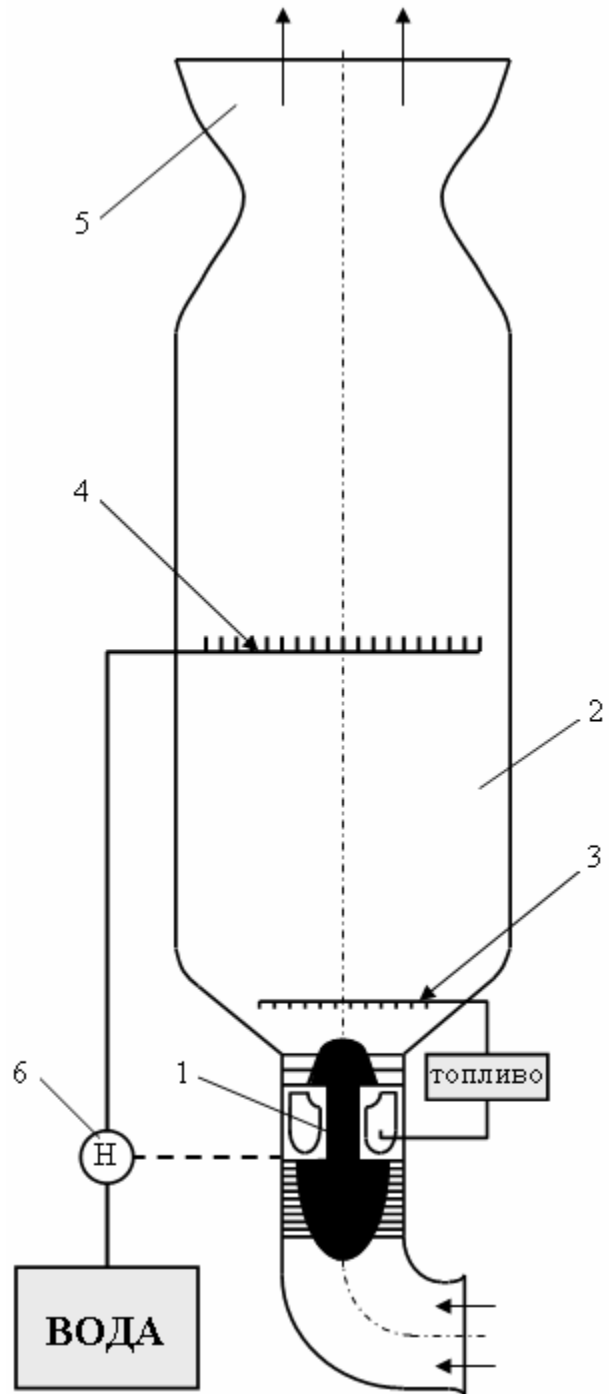


Рис. 1. Дождевальная установка

Если в качестве базового ГТД использовать двигатель АЛ-31Ф, то производительность дождевальной установки составит ~ 330 тонн воды в час.

Эффект образования дождевых облаков усиливается за счет переноса паром в верхние слои атмосферы продуктов сгорания топлива, которые становятся центрами кристаллизации (конденсации), что позволяет увеличить объем воды в дождевых облаках (в некоторых случаях в разы) за счет воды, находящейся в атмосфере.

При пониженной энергетике базового двигателя (высота подъема воды менее 500 метров) дождевальная установка работает в режиме поливальной установки – вода под действием сил гравитации орошает некоторую ограниченную поверхность земли.

В качестве двигателей для дождевальных установок, учитывая высокую стоимость ГТД, целесообразно использовать серийные авиационные двигатели, у которых закончился (заканчивается) гарантийный срок эксплуатации на летательных аппаратах. Подобная практика использования ГТД в наземных установках апробирована, например, тепловая машина ТМ-59 «Горыныч» (рис. 2) для очистки бетонных покрытий ото льда и снега. В тепловой машине ТМ-59 использован турбореактивный двигатель ВК-1, который выпускался серийно до 1958 года, т.е. более 60 лет назад (двигатель использовался на самолете МиГ-15). Несмотря на столь значительный срок хранения и эксплуатации, двигатель сохранил работоспособность и до сих пор используется в народном хозяйстве. Данный пример наглядно показывает, что вторичное использование авиационных двигателей вполне возможно и экономически оправдано.

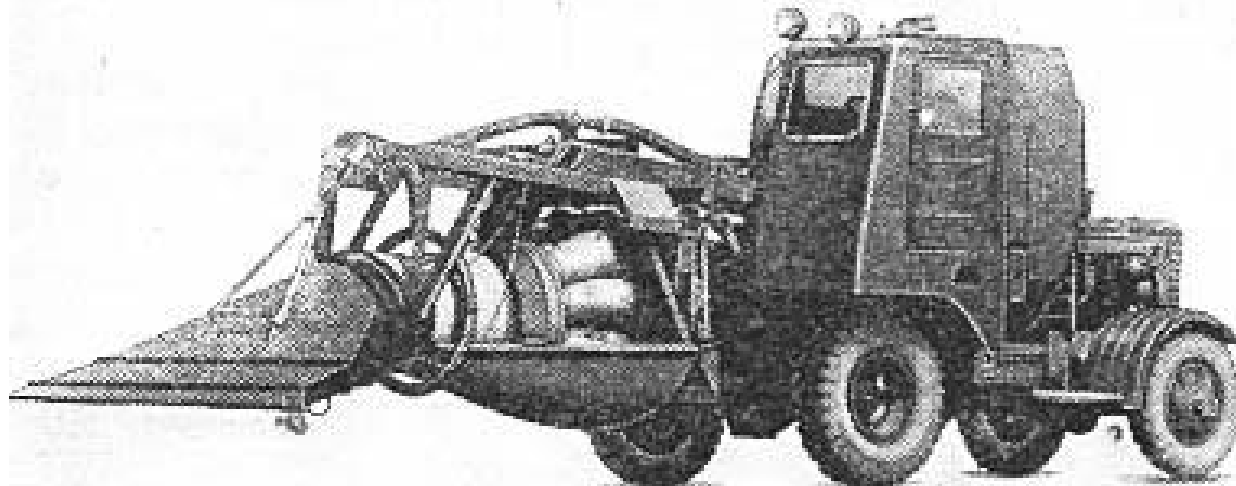


Рис. 2. Тепловая машина ТМ-59

Применение дождевальных установок (рис. 1) в условиях России, где запасы пресной воды практически неограниченны, решает проблемы неурожая, связанных с засухой, лесных пожаров, экологии. Все это вполне реализуемо, если на территориях, подверженных неблагоприятным воздействиям изменения климата (в первую очередь в больших городах), создать сеть установок, генерирующих искусственные дожди. Данное предложение может стать основой для национального проекта, эффект от реализации которого в условиях России, по мнению автора, превзойдет все ожидания (потери, связанные с пожарами и засухой, сегодня составляют более триллиона рублей в год).

Список литературы

1. Патент № 2431957 РФ. Способ получения дождевых облаков / Письменный В.Л. – Оpubл. 27.10.2011, Бюл. № 30, 8 с.
2. Патент на полезную модель № 41953 РФ. Система орошения / Кушин В.В., Демин Е.И – Оpubл. 20.11.2004, 16 с.
3. Патент № 2528724 РФ. Дождевальная установка / Письменный В.Л – Оpubл. 20.09.2014, Бюл. № 26, 4 с.
4. Большая советская энциклопедия. Т. 5. Третье издание. М.: Советская энциклопедия, 1971. 138 с.

Сведения об авторе:

Письменный Владимир Леонидович – к.т.н., доцент кафедры испытаний авиационной техники, филиал «Взлет» МАИ, г.Ахтубинск.