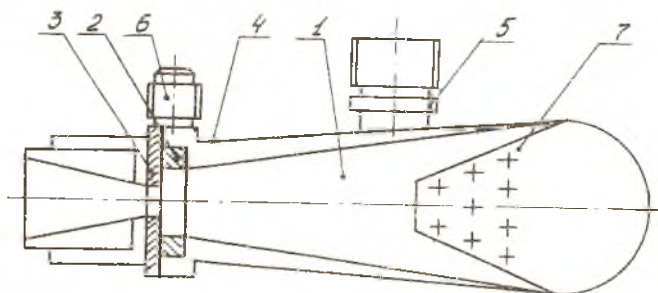


## ВИХРЕВЫЕ ГОРЕЛОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Исследовательской группой Андреевского авиационного технологического института по изучению вихревого эффекта и устройств на его основе разработана серия оригинальных вихревых горелочных устройств. Они обладают комплексом положительных свойств, позволяющих рекомендовать их к использованию в качестве эффективных малорасходных высокотемпературных газогенераторов, работающих как на жидком, так и на газообразном топливе. Схема одного из них показана на рис. 1.



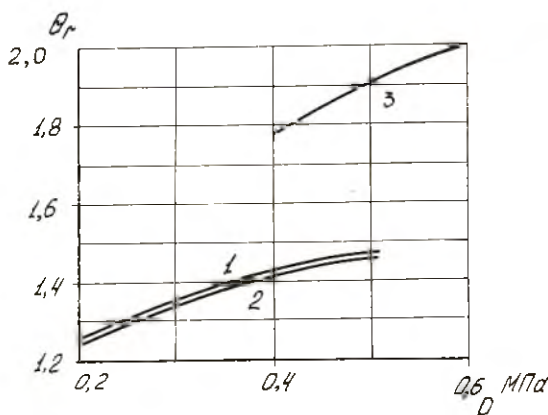
Р и с. 1. Схема высокотемпературного газогенератора

Генератор представляет собой камеру энергетического разделения I с завихрителем 2 и диафрагмой 3 с центральным отверстием. К корпусу 4 реактора приварены штуцера подвода сжатого воздуха 5 и топлива 6. На горячем конце камеры энергетического разделения установлена перфорированная камера 7. Топливная форсунка выполнена в виде игольчатого жиклера, вставленного непосредственно в сопло завихрителя. Истекающая из сопла завихрителя топливо-воздушная смесь (ТВС) поступает в камеру энергетического разделения в виде сильно закрученного потенциального вихря. В приосевой области вихревого потока формируется возвратное течение – вынужденный приосевой вихрь, истекающий из реактора через центральное отверстие соп-

\* Работа выполнена под руководством Ш.А.Пиралишвили

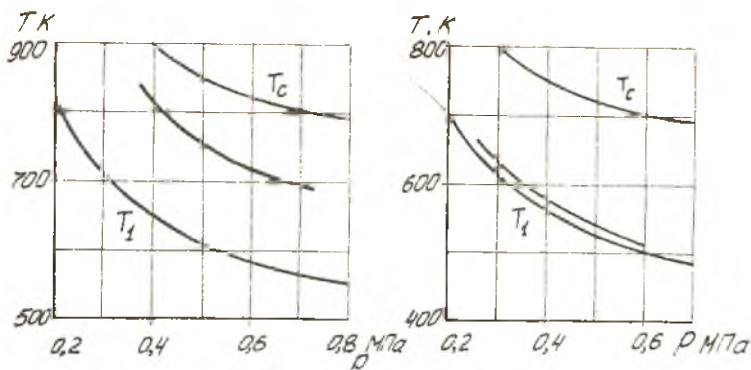
ла-диафрагмы. Радиус отверстия диафрагмы  $\bar{r}_2$  и относительная площадь соплового ввода  $\bar{F}_c$  подобраны таким образом, что позволяют реализовать один из двух возможных режимов истечения продуктов сгорания из сопла: докритический или критический. Во втором случае слабые возмущения, возникающие вне горелки, не в состоянии проникнуть внутрь и оказать влияние на протекающие в ней процессы. Последнее весьма важно при использовании горелки в качестве воспламенителя. Генерация зон повышенной температуры в камере энергетического разделения позволяет предположить возможность достижения теплового возгорания при температуре на входе в сопловой ввод существенно меньшей, чем температура самовоспламенения ТВС. Опираясь на известные из эксперимента эффекты подогрева масс ТВС в области размещения перфорированной камеры, можно рассчитать температуру на входе в горелку, при которой наступает возгорание  $T_1^* = T_c^* / \theta_r$ , где  $T_c^*$  - температура самовоспламенения ТВС;  $\theta_r$  - относительная величина эффектов подогрева  $\theta_r = T_r^* / T_1^*$ , где  $T_r^*$  - температура ТВС на "горячем" конце камеры энергоразделения.

Используя результаты холодных продувок (рис. 2, кривые 1, 2),



Р и с. 2. Зависимость относительной величины эффекта подогрева ТВС от давления на входе в вихревую горелку

были построены ожидаемые границы возникновения самовоспламенения ТВС в вихревой горелке, кривые  $T_1^*$ , определенные на основании зависимости 1. Как видно из рис. 3, во всем диапазоне исследованных



Р и с. 3. Зависимость теплового возгорания ТВС от давления на входе в вихревую горелку

величин давлений  $P^*$  тепловое возгорание ТВС в вихревой горелке происходило при температуре на входе в сопловой ввод  $T_i^*$  намного меньшей, чем температура самовоспламенения ТВС (опытные данные). Для ацетилена опытные данные практически совпадают с результатами расчетов. Несколько хуже совпадение для керосина, что может быть объяснено различием условий течения, при котором определена температура самовоспламенения, интенсивно закрученного потока в камере энергоразделения.

Представляет интерес возможность использования остаточной полной энтальпии подогретых масс газа, размещенных в зоне "горячего" конца камеры энергоразделения. Как показали эксперименты, в зоне "горячего" конца давление составляет еще значительную величину от  $P_r^* = 0,2$  МПа при входном давлении  $P_i^* = 0,4$  МПа до  $P_r^* = 0,28 \dots 0,3$  МПа при  $P_i^* = 0,6$  МПа. Организация второго контура со своей закруткой потока и второй камерой энергоразделения позволит полнее использовать запас потенциальной энергии сжатого газа на входе.

Из рис.2 видно, что суммарная величина относительных эффектов подогрева в двух контурах при давлении на входе  $0,4 \leq P_i^* \leq 0,6$  МПа составит  $1,42 \times 1,25 \leq \theta_r \leq 1,5 \times 1,35$ ;  $1,775 \leq \theta_r \leq 2,05$  (см.рис.2, кривая 3).

Абсолютные эффекты подогрева при входной температуре  $T_i^* = 295$  К достигнут значений  $228 \leq \Delta T \leq 310$  К.

Таким образом, показана возможность достижения теплового воз-

горения ТВС при температуре на входе в горелочное устройство намного меньшей, чем температура самовоспламенения. Намечены пути дальнейшего совершенствования вихревой горелки на основе более полного использования начальной работоспособности газа.

#### Библиографический список

1. Соколин А.С. Самовоспламенение, пламя и детонация в газах. М.:Изд. АН СССР, 1960.- 427 с.
2. Неустойчивость горения в ЖРД /Под ред. Д.Т.Харрье и Э.Г.Рирдона. М.:Мир, 1975.- 815 с.

УДК 621.56:621.431.75

В.А.Высочин

#### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕВЫХ ТРУБ ПРИ ДОВОДКЕ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Неотъемлемой составной частью процесса создания и доводки авиационных двигателей являются различного рода климатические испытания как отдельных узлов, так и двигателей в целом. Эти испытания проводятся на специальных и специализированных стендах и установках в потоках охлажденного воздуха.

Практика показывает, что в условиях часто меняющихся объектов исследования, характерных для экспериментально-исследовательских отделов и испытательных станций, наиболее просто проблема получения потоков охлажденного воздуха решается посредством вихревых труб. Причем предельная простота конструкции, компактность вихревых труб (и как следствие этого возможность расположить генератор холода в непосредственной близости от объекта испытания), безынерционность вследствие особенностей процесса и отсутствия присоединенных масс в виде воздухопроводов холодного потока, присущих системам кондиционирования с применением стационарных турбодетандеров, позволяют свести к минимуму непроизводительные затраты энергии и потери холода. Достигнутый в последние годы прогресс в области температурного КПД вихревых труб в довольно широком диапазоне относительных расходов