

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

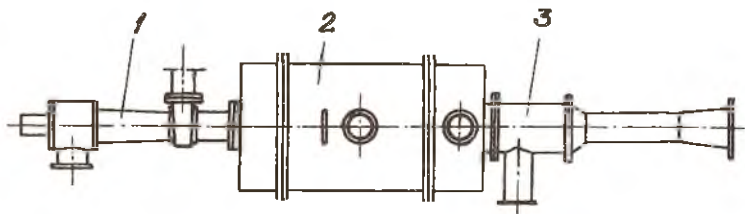
В.А.Высочин

#### 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

холодного потока позволяет получать необходимые температурные перепады в  $60...80^{\circ}\text{C}$  при умеренных степенях расширения  $\lambda_{\text{X}} \leq 8$ . При этом потребный диапазон расходов охлажденного воздуха может быть практически полностью обеспечен вихревыми трубами диаметром в сопловом сечении  $50...180-200$  мм. Приведем наиболее характерные примеры применения вихревых труб в различных системах климатических стендов и установок. Стенд для испытания запальных устройств включает термобарокамеру 2 с расположенным в ней объектом испытания, воздушный эжектор 3 и короткую диффузорную вихревую трубу 1 с реируляцией [1] горячего потока (рис. 1). Испытания осуществляются на от-



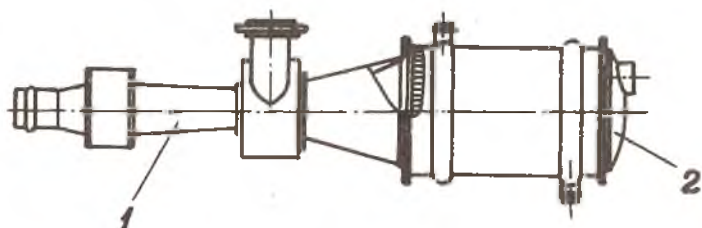
Р и с. 1. Стенд для испытания запальных устройств

секах камер сгорания в потоке воздуха, охлажденного в вихревой трубе. Вихревая труба имеет в сопловом сечении  $D = 100$  мм. Создание высотных условий в барокамере осуществляется воздушным эжектором с коэффициентом эжекции  $n_{\text{VЭ}} = 0,09$ . Замена турбохолодильного агрегата вихревой трубой позволила сократить в 1,5 раза суммарный расход сжатого воздуха, потребного для работы стенда, и обеспечить температурный уровень холодного потока в объекте испытания до  $-40...-45^{\circ}\text{C}$ . Сокращение суммарного расхода сжатого воздуха происходит за счет строго дозированной подачи холодного воздуха в термобарокамеру в соответствии с потребностями объекта. При использовании турбохолодильного агрегата (ТХА) возникла необходимость отсасывания эжектором избыточного (байпасного) воздуха, вынужденно обрасываемого в термобарокамеру (ТБК), минуя объект испытания. Предельное сокращение расстояния между генератором холодного потока и объектом испытания позволило свести практически к нулю потери холода и сократить до минимума время выхода стенда на режим.

Применение двух вихревых труб диаметром в сопловом сечении

$\varnothing = 186 \text{ мм}$  [1, 2] в дополнение к стационарному турбохолодильному агрегату в системе кондиционирования климатического стенда для испытания полноразмерных двигателей позволило существенно сократить расход сжатого воздуха на режиме "замораживания" объекта испытания, улучшить режим охлаждения, снизить расходы, связанные с ремонтом и обслуживанием ТХА, повысить надежность систем. Дальнейшее повышение экономичности системы кондиционирования может быть достигнуто за счет утилизации горячего потока и его тепловой энергии для регенерации адсорбента в системе предварительного осушения сжатого воздуха.

Вихревой охладитель топлива (рис.2) предназначен для охлажде-



Р и с. 2. Вихревой охладитель топлива

ния топлива при различного рода испытаниях систем запуска камер сгорания газотурбинных двигателей. Охладитель топлива состоит из короткой диффузорной вихревой трубы 1 диаметром в сопловом сечении 55 мм и воздухожидкостного трубчатого радиатора 2. Холодный поток от вихревой трубы направляется в трубное пространство радиатора необходимого объема. В межтрубном пространстве циркулирует охлаждаемое топливо. Конструкция охладителя обладает небольшой инерционностью и металлоемкостью. Охладитель топлива может быть расположен в непосредственной близости от объекта испытания. Экономический эффект достигается за счет исключения использования больших количеств дефицитной пищевой сжиженной углекислоты.

В заключение необходимо отметить, что указанными примерами не ограничивается область возможного применения вихревых труб в указанной сфере, а относительно высокая стоимость производимого ими холода не является препятствием на пути экономически выгодной замены или выполнения вихревыми трубами более сложных систем, особенно при эпизодических потребностях, характерных для опытного производства.

1. А.с. 494571 (СССР). Вихревая труба /В.А.Высочин.- Спубл. в Б.И., 1975. № 5.

2. Высочин В.А. Вихревая труба с рециркуляцией горячего потока: Межотрасл.реферат.сборник. Сер. ТЧ. М., 1983. № 2.

УДК 621.565.3

С.В.Приходько, Т.А.Крымова

### АДИАБАТНЫЕ И НЕАДИАБАТНЫЕ ВИХРЕВЫЕ ТРУБЫ В РЕГЕНЕРАТИВНЫХ СХЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ

Холодильная техника в последнее время находит все более широкое применение в обеспечении технологических операций в различных отраслях машиностроения. В судостроительной, судоремонтной промышленности для фиксации гребного вала используют подшипник скольжения. Перспективными для изготовления втулок таких подшипников являются полимерные материалы. Разработана технология сборки подшипника с применением искусственного охлаждения для уменьшения посадочного диаметра втулки перед запрессовкой на штатное место.

Для охлаждения капролоновых втулок с целью создания требуемой величины монтажного натяга в промышленности до настоящего времени применялись следующие методы: охлаждение в холодильных камерах с использованием установки АК-УДС-1,2-70; охлаждение в парах кипящего азота. Эти методам присущи следующие недостатки:

эксплуатация парокompрессионной холодильной установки при эпизодическом включении является экономически неоправданной;

удаленность камеры от места монтажа подшипника требует дополнительного переохлаждения втулки, так как транспортировка, особенно в летнее время, приводит к ее нагреву;

применение жидкого азота связано с трудностями его доставки, хранения, использования, а также соблюдения правил техники безопасности;