

А.Н.ТРУФАНОВ, К.И.КАПИТАНЧУК

ОДИН ИЗ ВОЗМОЖНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ЛОКАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ

УДК 536.244

В работе представлен один из возможных методов определения локальных коэффициентов теплоотдачи при пористом охлаждении частей конструкции работающих в условиях высоких температур.

В настоящее время существуют ряд методов определения локальных коэффициентов теплоотдачи при конвективно-пленочном охлаждении: градиентный, метод регулярного теплового режима и др. Однако в связи с применением новых, перспективных видов охлаждения появляется необходимость разработки новых методов определения коэффициентов теплоотдачи.

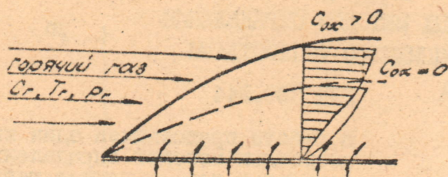
Одним из наиболее перспективных видов охлаждения является вдувание охлаждающего газа через пронцаемые участки поверхности, которые наиболее подвержены воздействию температур (пористое охлаждение).

При пористом охлаждении поверхность имеет большое число мелких отверстий, равномерно расположенных по поверхности. Через отверстия охладитель (холодный газ или жидкость) вдувается в пограничный слой горячего газа, обтекающего поверхность. Поток охладителя характеризуют расходом напряженностью, т.е. расходом проходящимся на 1 м^2 поверхности:

$$q_{ох} = \frac{G_{ох}}{F} = c_{ох} \rho_{ох} \quad (1)$$

Использование пронцаемых участков позволяет существенно снизить теплоотдачу от горячего газа к защищаемой поверхности, что позволяет использовать более высокие температуры в тепловых машинах, по сравнению с другими методами тепловой защиты [1].

Вытекающий из отверстий охладитель уменьшает температуру внешнего газового потока у поверхности, деформирует форму профиля температур и увеличивает толщину теплового пограничного слоя, что приводит к снижению теплоотдачи от газа к поверхности. На рис.1 показаны границы пограничного слоя и профили скорости в нем при вдуве охладителя в пограничный слой ($c_{ох} > 0$) и без него ($c_{ох} = 0$)



Охладитель $C_{ох}, T_{ох}, \rho_{ох}$
Рис. 1

Для исследования влияния пористого охлаждения на теплоотдачу была разработана методика определения теплоотдачи от газа к поверхности и проведены экспериментальные исследования на установке, описанной в работе [2].

Плотность теплового потока от горячего газа к поверхности определяется формулой Ньютона

$$q = \alpha (T_r - T_{ст.г}). \quad (12)$$

Если принять, что поверхность имеет большое число равномерно распределенных мелких отверстий, то можно считать температуры стенки и охладителя в каждой точке одинаковыми. Следовательно, проходя поверхность, охладитель нагревается до температуры $T_{ст.г}$. Тогда количество тепла, воспринятого охладителем в стенке ($q_{ох}$) равно:

$$q_{ох} = C_{р_{ох}} q_{ох} (T_{ст.г} - T_{ох}). \quad (13)$$

где $T_{ох}, C_{р_{ох}}$ - температура охладителя на входе в систему охлаждения и теплоемкость охладителя.

На стационарном режиме $q = q_{ох}$, поэтому

$$q_{ох} C_{р_{ох}} (T_{ст.г} - T_{ох}) = \alpha (T_r - T_{ст.г}), \quad (14)$$

откуда

$$\alpha = \frac{q_{ох} C_{р_{ох}} (T_{ст.г} - T_{ох})}{T_r - T_{ст.г}}. \quad (15)$$

Плотность массового расхода охладителя (расходо-напряженность) ($q_{ох}$) определяется экспериментально, последованием эмпирических характеристик пористых образцов, как показано в [3].

Погрешность определения локальных коэффициентов теплоотдачи определяется в основном разностью температур основного потока и охладителя, которая в эксперименте поддерживалась не менее 100°C .

В результате проведенных экспериментов были получены локальные коэффициенты теплоотдачи на торцевой поверхности канала соплового аппарата ГТД и был выявлен закон теплоотдачи по трем характерным линиям в виде:

$$Nu = No \cdot f(Гоx, St).$$

где: $f(Гоx, St)$ - функция параметра вдува и числа Стантона.

Обобщенное уравнение теплоотдачи при пористом охлаждении позволит расчетно-теоретическим методом получать значение температуры в локальных точках на исследуемой поверхности в зависимости от параметра вдува и условий на входе в канал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдуевский В.С., Данилов Ю.И., Кошкин В.К. и др. Основы теплоотдачи в авиационной и ракетной технике.- М.: Оборонгиз, 1960.- 389 с.
2. Коваленко А.С., Труфанов А.Н., Капитанчук К.И. Модельная установка для исследования особенностей течения и теплообмена на пористой торцевой поверхности межпрофильного канала соплового аппарата.- В сб.: Материалы XXVI военно-научной конференции КВВАМУ, 1985. с. 129-131.
3. Халатов А.А., Летягин В.Г., Байгалиев Б.Б. и др. Гидравлические характеристики пористых металлических материалов.- Труды КАИ, 1974, вып. 178. с. 53-58.