

УДК 621.438; 629.735


## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАВЕСНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА СПИНКЕ И КОРЫТЦЕ ТУРБИННОЙ ЛОПАТКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ V-ОБРАЗНЫХ ВЫЕМОК

© Торицын А.С., Лебедев О.В., Ремизов А.Е.

e-mail: mr.seriousness@yandex.ru

*Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П.А. Соловьёва, г. Рыбинск, Российская Федерация*

Экспериментальные исследования влияния ускорения потока на формирование эффективности завесного охлаждения  $\theta$  проводились, как правило, на плоской стенке [1]. Влияние кривизны поверхности турбинной лопатки на формирование завесного охлаждения выполнялись с помощью численного моделирования [2].

Особенности формирования завесной пелены на спинке и корытце турбинной лопатки в условиях ускорения потока и кривизны стенки экспериментально выполнены с помощью тепловизора FLIR-E64501, с чувствительностью  $0.05^\circ \text{C}$ . В качестве прототипа для турбинной лопатки использовано среднее сечение соплового аппарата высокотемпературной турбины современного турбореактивного двигателя поколения 4+, имеющей повышенную степень реактивности. Выполнены сравнения эффективностей завесного охлаждения  $\theta$  при формировании завесной пелены за рядом цилиндрических отверстий, в условиях без использования и с использованием за отверстиями V-образных выемок. Числа Рейнольдса, определенные по выходной скорости истечения основного потока и хорде лопатки составляли . Числа Маха не моделировались. Режимы исследуемых завес задавались параметром вдува  $m = \rho_v V_v / \rho_z V_z$ , эффективность завесного охлаждения определялась как относительная температура адиабатной стенки по формуле  $\theta = (T_z - T_{cm}) / (T_z - T_v)$ . Здесь  $\rho$ ,  $V$  – плотность и скорость потока,  $T$  – температура, индексы  $z$ ,  $v$ ,  $cm$  – газ (основной поток), воздух (вдуваемый поток), адиабатная стенка соответственно. На рис. 1 приведены данные о перфорации для вдува и на корытце и спинке лопатки и параметры V-образных выемок.

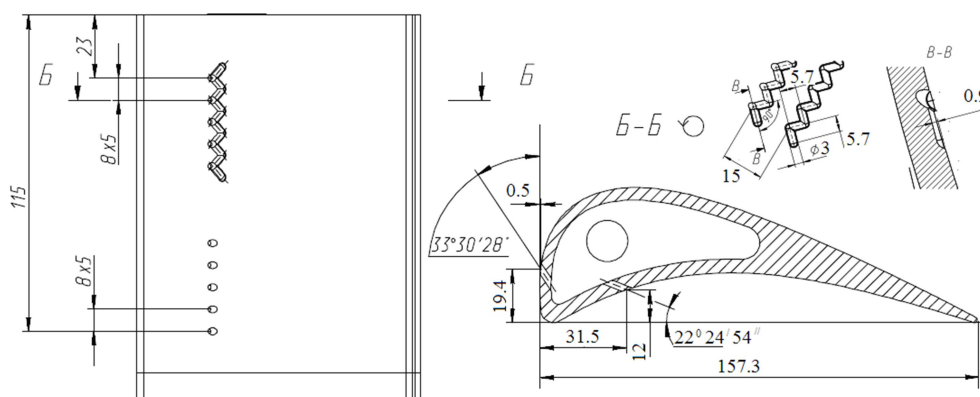


Рис. 1. Геометрия лопатки и перфорации для вдува

Завесная пелена на спинке лопатки наблюдалась в диапазоне параметров вдува  $0.5 \leq m \leq 2.0$ , на корытце лопатки – в диапазоне  $1.6 \leq m \leq 3.2$ . На рис. 2 выполнено

сравнение осредненных по шагу отверстий в поперечном направлении эффективностей завесного охлаждения  $\theta$ , в зависимости от относительного расстояния  $S/d$ , отсчитываемого от центра отверстий вниз по потоку, при отсутствии  $V$ -образных выемок и при использовании расположенных друг за другом двух  $V$ -образных выемок.

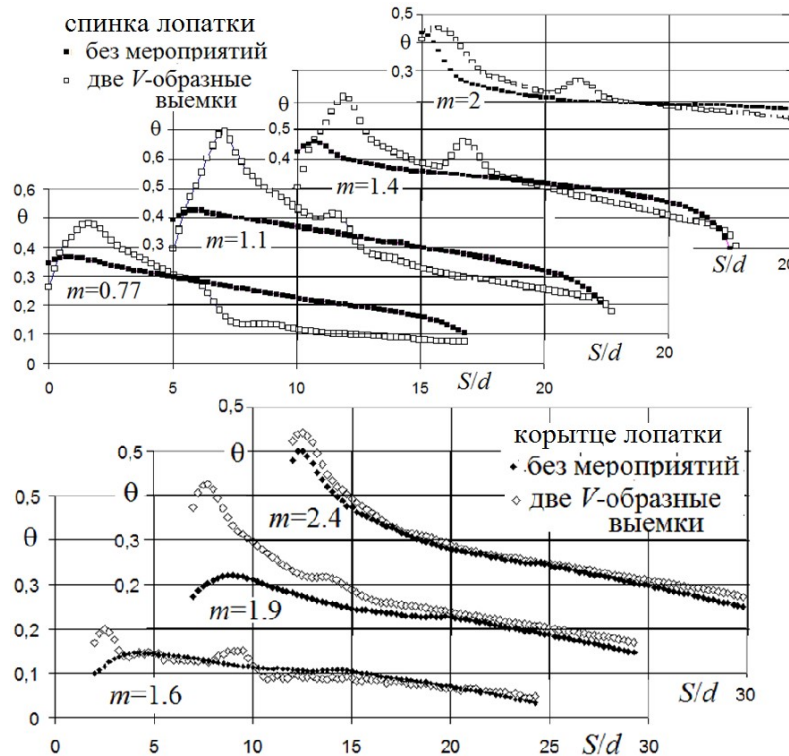


Рис. 2. Сравнительные данные об эффективности завесного охлаждения  $\theta$  на спинке и корытце лопатки

Выявлено: условия формирования завесной пелены на спинке лопатки более благоприятны, чем на корытце. При этом использование двух  $V$ -образных выемок на спинке увеличивает максимальные значения  $\theta$  при  $S/d = 4$  в 1.3 раза, а максимум  $\theta$  по параметру вдува сдвигается влево к значению  $m \approx 1.1 \div 1.2$ . При  $S/d = 10$  максимум  $\theta$  достигается при  $m \approx 1.4$  и по значению практически соответствует случаю без  $V$ -образных выемок. На корытце расширился диапазон формирования завесной пелены в сторону снижения  $m$  до 1.34. Максимум  $\theta$  (для  $S/d = 4$ ) возрастает в 1.2 раза и сдвигается по  $m$  к значению 2.15. Для  $S/d = 10$  наблюдается пологий максимум, примерно с тем же значением  $\theta$ , что и без использования  $V$ -образных выемок, но с сдвигом по  $m$  к значению 2.15.

### Библиографический список

1. Халатов, А.А. Перспективные способы пленочного охлаждения: Влияние ускорения основного потока [Текст]/А.А. Халатов, И.И. Борисов, М.В. Безлюдная, Н.А. Панченко, Ю.А. Дашевский // Вісник НТУ «ХП». - 2015.- №15(1124).- С. 56-62.
2. Петельчиц В.Ю., Оценка влияния кривизны поверхности на эффективность пленочного охлаждения [Текст]/ В.Ю. Петельчиц, Д.Н. Письменный, Ю.А. Дашевский // Вісник НТУ «ХП». - 2016.- №9(1181).- С. 50-55.