

Гидродинамика и теплоперенос в газокapelьном пристенном турбулентном потоке¹

Пахомов М.А., Терехов В.И.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск

Тепловая защита стенки от воздействия высокоэнthalпийных потоков с помощью пристенных завес является актуальной и важной задачей при разработке различных энергетических машин и установок. Повышение температуры газа перед турбиной является основным способом роста тепловой эффективности энергетической установки. Поэтому тепловая защита обтекаемых поверхностей от воздействия высокотемпературных газовых потоков является актуальной и важной задачей при разработке различных энергетических машин и установок.

Вдув газокapelьного потока – один из эффективных способов повышения тепловой эффективности пристенных завес. Основным механизмом повышения теплозащитных свойств при использовании двухфазной системы является использование энергии фазового перехода при испарении капель в непосредственной близости от защищаемой поверхности.

Авторами разработана трехмерная RANS модель расчета в эйлеровом приближении для расчета двухфазного турбулентного пристенного потока. Турбулентность газа моделируется с применением модели переноса компонент рейнольдсовых напряжений с учетом двухфазности течения. Проведено моделирование структуры течения и тепловой эффективности газокapelьной завесы при ее вдуве через наклонные цилиндрические отверстия в поперечную траншею. Исследование проведено в следующих диапазонах изменения входных параметров двухфазного потока: начальный размер капель $d_1 = 0–20$ мкм и

их массовая концентрация $M_{L1} = 0–0.05$. Показано значительное увеличение эффективности тепловой завесы при добавлении капель в поток пристенного охладителя (до 2-х раз в сравнении с однофазным течением). Наибольшее преимущество такого способа подачи охладителя в сравнении с традиционным вдувом через наклонные отверстия в защищаемой поверхности, достигается при больших параметрах вдува. Показана перспективность использования двухфазных газокapelьных пристенных завес для защиты поверхностей от теплового воздействия потока нагретого газа. В трансверсальном направлении величина тепловой эффективности газокapelьной завесы снижается незначительно (до 10–15%), и форма кривых имеет примерно такой же вид, как и для однофазного течения.

Дополнительно были проведены сопоставления с применением лагранжева траекторного подхода. В численных расчетах с использованием лагранжева и эйлерова подходов компоненты продольной осредненной скорости частиц различаются незначительно и это отличие составляет порядка 10%. Отличие результатов, полученных по эйлерову и лагранжеву подходам в основном проявляется при расчете концентрации капель. Отличие в результатах расчетов тепловой эффективности пристенной двухфазной завесы по обоим подходам крайне мало и не превышает 3%. Показано применимость обоих подходов для описания динамики и теплообмена двухфазной пристенной струи.

¹Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ 18-08-00386).