

УДК 621.452.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕЙ СКОРОСТИ В ДВУХФАЗНОЙ СТРУЕ ВОЗДУХА ИЗ ЭТАЛОННОГО СОПЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНЫХ ДОПЛЕРОВСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ И ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Диденко А.А., Самарский университет, г. Самара
Ахтерьяков А.В., Самарский университет, г. Самара
Соколов А.Б., Самарский университет, г. Самара
Каныгин А.А., Самарский университет, г. Самара
Соловьёва А.В., АО «Климов», г. Санкт-Петербург
Коломзаров О.В., Самарский университет, г. Самара,
Анисимов В.М., Самарский университет, г. Самара
Анисимов М.Ю., Самарский университет, г. Самара
Лукачёв С.В., Самарский университет, г. Самара

Объектом исследования являлась турбулентная струя воздуха при отсутствии и наличии в струе жидких или твёрдых частиц (капель, микросфер), образующаяся при истечении из суживающегося профилированного сопла – сопла Витошинского. Диаметр сопла на выходе $d_c = 14$ мм; истечение происходит в спутный низкоскоростной поток воздуха при давлении среды, близком к $p_2 = p_h \approx 101,3$ кПа. Давление перед соплом p_1^* отличалось от давления p_h на величину $\overline{\Delta p_e} = 2; 4,5; 6,5$ и 9 % (что соответствовало скорости истечения $C_2 \approx 60; 87; 106; 123$ м/с). Средняя скорость на срезе сопла C_2 (скорость истечения) рассчитывалась по инженерной методике адиабатного течения реального газа с использованием измеренных перед соплом давлением p_1^* и температуры T_1^* воздуха и расхода воздуха G_6 через сопло.

Детальная структура струи, эпюры скорости и интенсивность турбулентности определялись методом численного 3D моделирования в программной среде ANSYS Fluent. В том числе определялась средняя скорость C_{2R} на срезе сопла.

Скорость в различных сечениях и в характерных точках струи, в том числе в сечении вблизи сопла C_{2L} измерялись с помощью трёх вариантов лазерных доплеровских анемометров (LDA) и одного термоанемометра (СТА). При выполнении LDA-измерений исследуемая струя воздуха засеивалась трассерными частицами – микрокаплями оливкового масла (ТЧ-ОМ) и твёрдыми алюмосиликатными микросферами (ТЧ-8 с диаметром 3,5 мкм и ТЧ-3 – 60 мкм).

В статье приводятся результаты по значениям средней скорости C_2 , C_{2R} и C_{2L} ; эпюры скорости в двух поперечных сечениях, вдоль оси струи

и 4-х контрольных точках – 2 точки – на оси струи и 2 точки – на оси пограничного слоя за кромкой сопла.

В этих же точках рассчитывался спектр турбулентности из результатов измерений и 3D-моделирования.

Полученные эпюры скорости приведены к безразмерному виду и сравниваются с известными данными и обобщениями других исследователей [1, 2, 3]. Отмечается удовлетворительное взаимное согласие всех полученных результатов (см. рисунок 1).

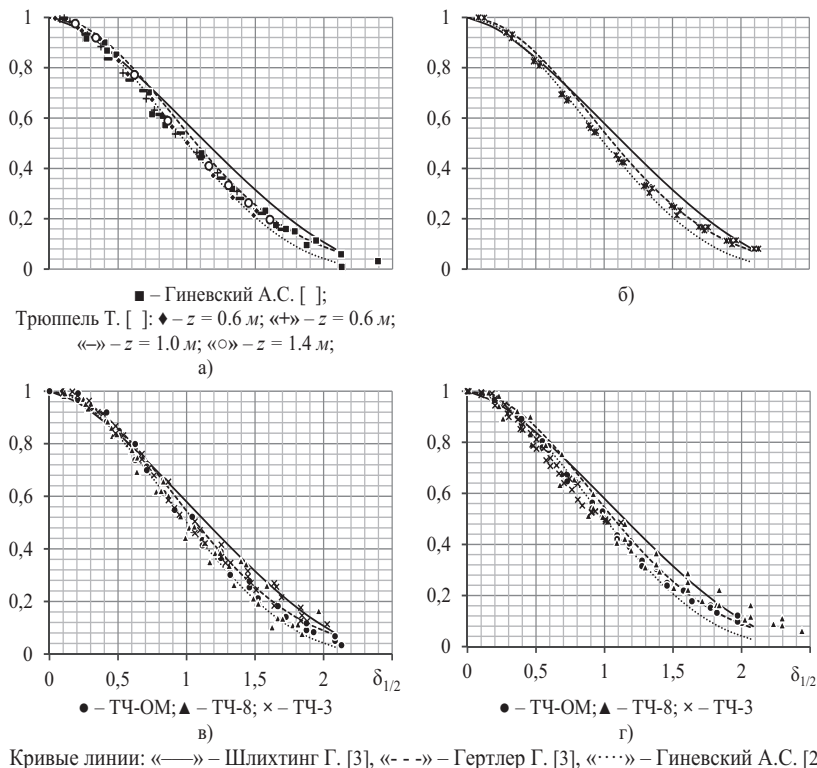


Рис. 1. Безразмерные профили скорости U/U_m из литературных источников (а) и полученные авторами на режиме истечения $\Delta p_B = 4,5\%$ в сечении $\bar{Z} = 7$ ($Z = 98$ мм):

б) 3D-СТА Dantec; в) 3D-LDA-PDA Dantec; г) 3D-LDA ЛАД-056С

Соответствующие результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, номер 9.6102.2017/7.8.

Список литературы

1. *Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. М.: Физматгиз, 1960. 715 с.
2. *Гиневский А.С.* Теория турбулентных струй и следов. М.: Машиностроение, 1969. 202 с.
3. *Михайлов А.И., Горбунов Г.М., Борисов В.В.* Рабочий процесс и расчет камер сгорания газотурбинных двигателей. Труды МАИ, вып. 106-М.: Оборонгиз, 1959. 286 с.

УДК 533.17:621.431.75

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В ВИХРЕВЫХ ПРОТИВОТОЧНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ МОДУЛЯХ

Бадерников А.В., ПАО «ОДК-Сатурн», г. Рыбинск, artem.badernikov@odk-saturn.ru
Пиралишвили Ш.А., ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск
Гурьянов А.И., ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Соловьева, г. Рыбинск

Ключевые слова: вихревая противоточная горелка, модель горения

Исследования взаимодействия свободных противоположно направленных закрученных струй подтверждают наличие сдвиговых слоев смешения, порождающих турбулентность высокой интенсивности, крупномасштабные вихри и трёхмерные вихревые структуры. Обнаруженные эффекты используются для организации интенсивного смешивания компонентов топлива и воздуха, с последующей для интенсификацией процессов горения подготовленной топливно-воздушной смеси с высокой интенсивностью в ограниченном объёме. Отмеченная концепция получила своё развитие в конструкциях разнообразных противоточных горелочных устройств, основой которых является модифицированная конструкция вихревой трубы [1].

При экспериментальном исследовании горения в вихревой камере измерялись расход воздуха, диапазоны устойчивой работы, проводилась фотосъёмка положения фронта пламени и измерения параметров потока на выходе. Дополнительная информация о процессах горения внутри вихревой камеры может быть получена с помощью численного моделирования. При этом требуется осуществить верификацию используемых моделей горения по наиболее достоверно известным экспериментальным данным.