

делей гайки и штуцера, их 3D сборки, 2D моделей и чертежей на основе использования параметрических методов; выполнению технического рисунка детали по её 3D модели; построению моделей тел по набору кривых на примере параметрической модели лопатки компрессора.

Одновременно по индивидуальным заданиям создают пять 3D моделей деталей и их ассоциативные чертежи оформляют в соответствии с требованиями ЕСКД.

Во втором семестре с использованием 3D параметрических моделей крепёжных

деталей создают 3D сборки болтом, винтом, шпилькой, шпонкой, шлицами, муфтами и заклёпками, а затем по ним ассоциативные сборочные чертежи и спецификации. Традиционную работу по выполнению рабочих чертежей с натуры выполняют, используя параметрические модели валов, зубчатых колёс, крышек и стаканов.

Каждый из студентов готовит доклад для выступления на молодёжной конференции. В презентации к докладу приведены примеры таких студенческих работ.

УДК 621.452; 535.36;

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ СМЕСИТЕЛЬ ЗАКРЫТОГО ТИПА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

©2016 И.А. Лепешинский, В.А. Решетников, И.А. Заранкевич, Е.А. Истомин, И.В. Антоновский, А.А. Гузенко

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)

GAS-DYNAMIC MIXER OF THE CLOSED TYPE AND THE RESULTS OF ITS EXPERIMENTAL RESEARCH

Lepeshinsky I.A., Reshetnikov V.A., Zarankevich I.A., Istomin E.A., Antonovsky I.V., Guzenko A.A. (Moscow Aviation Institute - National Research University, Moscow, Russian Federation)

Has been considered closed type gas-dynamic mixer and results of its experimental investigation of the flow structure, of velocity fields and fluctuation characteristics of dispersed phase, size and concentration of drops.

Введение

В работе представлены результаты экспериментальных исследований газодинамического смесителя закрытого типа. Смеситель должен обеспечивать работу системы, формирующей получение двухфазных высококонцентрированных газок капельных струй при различных расходах и давлениях рабочих тел.

Газодинамическое смесительное устройство закрытого типа

Под газодинамическим смесительным устройством закрытого типа понимается устройство, использующее двухфазное рабочее тело, состоящее из жидкости и газа, которые предварительно смешиваются, а затем подвергаются истечению, причём площадь сечения выхода таких смесителей, в отличие от смесителей открытого типа [1], меньше площади сечения камеры смешения. Особенности исследуемого смесителя являются высокие массовые концентрации конденсированной фазы. При этом объёмные

концентрации соответствуют газок капельной структуре, а не пузырьковой. При работе смесителя используется область двухфазной структуры, которая по значению объёмной концентрации газа лежит выше критического значения $\alpha_{кр.} = 0,523$, соответствующего граничному значению между этими структурами [1].

Смеситель состоит (рис. 1) из цилиндрической камеры смешения 1, у которой на входе имеется сопло 2 для подвода жидкости и отверстия 3, расположенные перпендикулярно оси камеры, для подачи воздуха. На выходе из камеры смешения установлено цилиндрическое сопло 4 с внутренним диаметром 3,5 мм и длиной 10,0 мм.

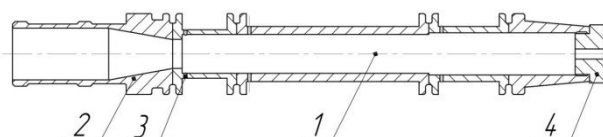


Рис. 1. Конструкция смесителя

Результаты экспериментальных исследований

Во время исследований определялась структура течения, поля скоростей дисперсной фазы, размер и концентрация капель, а также пульсационные характеристики дисперсной фазы. Для анализа структуры течения струя фотографировалась, измерение полей скоростей дисперсной фазы двухфазного потока производилось PIV-методом [2], размеры и концентрации капель определялись дифракционным методом [3] и непосредственно по изображению частиц двухфазного потока, полученным в лазерном «ноже». Для изучения динамики пространственного течения применялась высокоскоростная видеосъёмка.

Система лазерных измерений, в основу которой положен PIV – метод, позволила по изображениям потока вычислить: линии тока и вектора скорости; карты проекций скоростей; графики проекций скоростей U и V как функции координат X и Y . На рис. 2 представлена карта мгновенных проекций горизонтальной скорости U для начального участка струи. Срез сопла находится в координате $X = -50$ мм. Скорость капель непосредственно на срезе сопла составляет примерно 25 м/с. Карты «мгновенной» экспозиции, аналогичные приведённой на рис. 2, полученные для разных моментов времени, свидетельствуют о пульсирующем характере течения. При этом капли ускоряются на начальном участке, а затем тормозятся: скорость капель увеличивается от 25 м/с (в начальном сечении) до максимального значения 70 м/с (на расстоянии 150 мм от среза сопла). Это увеличение обеспечивается воздухом, содержащимся в двухфазной смеси. Далее скорость падает и на расстоянии 550 мм она составляет 42 м/с.

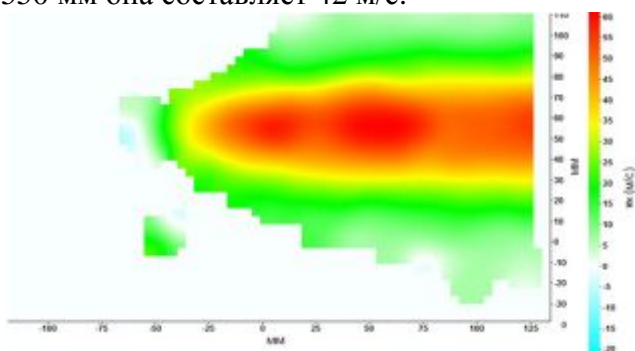


Рис. 2. Карта U . Начальный участок струи. Срез сопла соответствует $X = -50$ мм

Также были получены пульсационные характеристики дисперсной фазы (рис. 3).

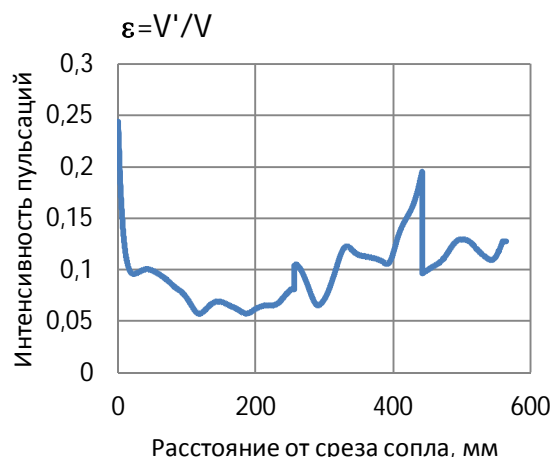


Рис. 3. Профиль относительной пульсационной скорости вдоль оси X (V' – пульсационная скорость, V – средняя скорость)

Установлено, что максимальные относительные пульсации имеют место на срезе сопла, минимум достигается на расстоянии около 200 мм, а далее идёт медленный, но осциллирующий рост. На расстоянии 550 мм уровень относительных пульсаций в 2 раза ниже, чем на срезе и составляет 12%.

Результаты измерения размеров дифракционным методом и непосредственно по изображению частиц отличаются на оси струи на 20%, на периферии – на 25% и составляют соответственно 150 и 200 мкм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части госзадания.

Библиографический список

1. Зуев Ю.В., Истомин Е.А., Лепешинский И.А., Решетников В.А., Чабанов В.А. Разработка и исследование смесительных устройств. Материалы X Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях «NPNГ 2014», 25-31 мая 2014, Алушта.- М.: МАИ, 2014. - С. 96-98.
2. Raffel M., Willert C., Kompenhans J. Particle Image Velocimetry. Berlin: Springer, 1998. - 252p.
3. Зуев Ю.В., Истомин Е.А., Лепешинский И.А., Решетников, Чабанов В.А. Система лазерных измерений дисперсного состава двухфазных потоков. Вестник Московского авиационного института. 2014, т.21, №5. С. 80-87.