

О СТРУКТУРЕ БЛИЖНЕГО СЛЕДА СВЕРХЗВУКОВОЙ КООКСИАЛЬНОЙ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СТРУИ

А.Ю. Нестеров, С.В. Поплавский

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН,
630090, Новосибирск, Россия*

Газожидкостные форсунки широко используются в различных технологических процессах: в химической и пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине, пожаротушении, в двигателях, горелках и т.д. Одним из методов распыления жидкости является пневматическое разрушение струи высокоскоростным потоком газа, использование этого принципа в форсунках позволяет улучшить дисперсность распыла, надежность, устойчивость к загрязнению и расход жидкости [1]. Пневматические форсунки широко используются для сжигания большого количества топлив или отходов, при этом формируя газожидкостные потоки с высокой концентрацией дисперсной фазы. Исследование подобных струй, хоть и представляющее значительный практический интерес, сопряжено с рядом трудностей, предполагающих использование специфического оборудования для измерения их параметров. Также следует отметить, что расчетные методы исследования двухфазных потоков имеют невысокие предельные значения концентрации частиц (объемная концентрация β не более 10^{-4} [2]), что обуславливает востребованность экспериментальных данных для разработки и проверки теоретических и расчетных моделей таких струй.

Для исследования механизмов разрушения газожидкостной струи наиболее подходит коаксиальная струя, поскольку она симметрична, двухфазное ядро в такой системе доступно для исследования уже в момент попадания жидкости в поток газа. Коаксиальная струя позволяет выполнить комплексное исследование спрея и оценить вклад различных механизмов в его формирование. Разрушение капель в коаксиальной струе происходит в области максимальных градиентов скорости [3], а именно в ближнем следе струи. Данная область характеризуется высокими значениями чисел Вебера, что и обеспечивает интенсивное разрушение капель потоком. Таким образом, исследование данной области представляет наибольший интерес при рассмотрении механизмов аэродинамического разрушения капель.

В докладе представлены результаты экспериментального исследования ближнего следа сверхзвуковых коаксиальных газожидкостных струй с высокой концентрацией дисперсной фазы. Исследование выполнено на установке «газожидкостный стенд» ИТПМ СО РАН с использованием комплекса оптических методов диагностики. Этот комплекс детально описан в статье [3]. В предлагаемом докладе рассмотрены режимы с Nrg6 и Nrg8 и расходами жидкости 5, 25, 50 и 80 г/с. Исследование профиля скорости дисперсной фазы в ближнем следе струи выполнено методом ЛДА [4,5], оно выявило наличие области резкого спада скорости капель (см. рис. 1). Показано, что этот эффект связан с распространением скачков, характерных для сверхзвуковой недорасширенной струи, в двухфазное ядро струи. По теневым изображениям исследована динамика изменения ударноволновой структуры при попадании в недорасширенную сверхзвуковую струю газа жидкого спрея. Выполнено сравнение параметров потока при различных расходах жидкости. Для определения реальных значений скорости газа в двухфазной области применён метод коррекции данных, описанный в [6], данный метод является единственно возможным при определении скорости газа в газожидкостной струе с высокой концентрацией жидкости.

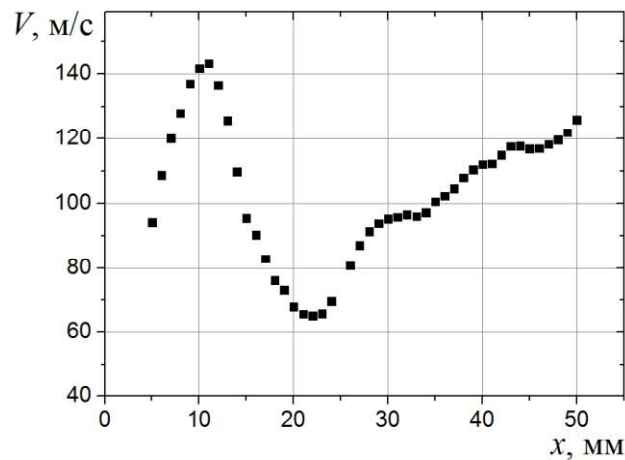


Рис. 1. Характерный профиль скорости капель в сверхзвуковой газожидкостной струе, режим Npr6, расход жидкости 50 л/ч

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витман Л.А., Кацнельсон Б.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкости форсунками, Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1962.
2. Вараксин А.Ю. Гидрогазодинамика и теплофизика двухфазных потоков: проблемы и достижения // Теплофизика высоких температур. 2013. Т. 51, № 3. С.421-455.
3. Бойко В.М., Нестеров А.Ю., Поплавский С.В. Диспергирование жидкости в высокоскоростных коаксиальных газовых струях // Теплофизика и аэромеханика. 2019. Том 26, №3. С. 417-431.
4. Boiko V.M., Poplavski S.V., Nesterov A.U., Kondratev S.V., Morozov A.A., Potekhin A.K. Laser Doppler Anemometer Based on the Fizeau Interferometer // AIP Conference Proceedings. 2017. Vol. 1893, 020015. Doi: 10.1063/1.5007453.
5. Boiko V.M., Nesterov A.Yu., Poplavski S.V. Development of LDA Method with Direct Spectral Analysis Based on Fizeau Interferometer for Aerophysical Experiments // AIP Conference Proceedings. 2018. Vol. 2027, 040008. Doi: 10.1063/1.5065282.
6. Бойко В.М., Запрягаев В.И., Пивоваров А.А., Поплавский С.В. Коррекция данных PIV для восстановления скорости газа в сверхзвуковой недорасширенной струе // ФГВ. 2015. Том 51, №5. С. 87-97.