

0.1. Шибелева А.А., Минаков А.В. Математическое моделирование разрушения капли воды в потоке за ударной волной в зависимости от числа Онезорге

Актуальность данного исследования обусловлена широким применением процессов деформации и разрушения капель жидкости во многих отраслях, таких как фармацевтика, двигателестроение, газотурбо- и ракетостроение, ядерная энергетика, сельское хозяйство т.д. Проведено расчетное исследование дробления отдельных капель воды в диапазоне чисел Онезорге $0.0002 \leq Oh \leq 0.2212$. Для моделирования был использован пакет программ Ansys Fluent. Численная методика основана на VOF методе, LES модели для учета турбулентности, для описания поведения межфазной границы на основных турбулентных масштабах применялась технология адаптированных динамических сеток, которая позволяет разрешить вторичные капли воды размером до 20 мкм. Основные особенности численной методики описаны в работе [1].

Расчетная область представляет собой параллелепипед с размерами $3 \times 3 \times 5$ см. В качестве граничных условий на одной из граней параллелепипеда задавалось условие входа с фиксированным значением скорости, на остальных гранях расчетной области ставились условия свободного выхода. В начальный момент времени на расстоянии 5 мм от входа в расчетную область помещалась сферическая капля воды диаметром 2.8 мм, на которую воздействует проходящая ударная волна, генерирующая воздушный поток. Скорость потока была равна 78.3 м/с, число Вебера было фиксированным $We = 400$, коэффициент поверхностного натяжения 0.073 Н/м.

Исследована структура потока вблизи и в следе капли на различных этапах ее деформации, установлены особенности обтекания капли и тип разрушения. Было выявлено, что в диапазоне чисел Онезорге $0.0002 \leq Oh \leq 0.0221$ происходит разрушение капли по типу «срыв погранслоя». Массоунос происходит в несколько стадий: на поверхности капли образуются волны, с которых срываются крупные фрагменты. Эти фрагменты дробятся, пока не образуются достаточно мелкие капли. При числах Онезорге $0.1106 \leq Oh \leq 0.2212$ аэродинамические силы превосходят силы поверхностного натяжения настолько, что происходит непрерывная деформация капли, которая раздувается в направлении потока. Однако, как такового разрыва жидкой пленки на мелкие капли здесь не происходит. Вместо этого, поток отрывает от внешней кромки жидкой пленки кольцо, которое уносится вниз по потоку, в центре же остается сплюснутая капля, напоминающая форму диска. Данный характер деформации капли воды напоминает тип разрушения «парашют со стружкой». Установлено, что время взаимодействия капли с потоком $t_i \approx 867$ мкс; период индукции

массоуноса $t_i = 312$ мкс.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№ FSRZ-2020-0012).

Список литературы

- [1] MINAKOV A. V., SHEBELEVA A. A., STRIZHAK P. A., CHERNETSKIY M. YU., VOLKOV R. S. Study of the Weber number impact on secondary breakup of droplets of coal water slurries containing petrochemicals // Fuel. 2019. Vol. 254. P. 23.