

## О ДЕФОРМАЦИИ И ФРАГМЕНТАЦИИ ЖИДКИХ КАПЕЛЬ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ИХ УСКОРЕНИЕМ В ГРАДИЕНТНОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

В.М. Бойко, С.В. Поплавский, А.А. Пивоваров, И.В. Самсонова

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

Изучение дробления капель жидкости было и остается актуальной задачей газодинамики [1–3]. Аэродинамическое диспергирование жидкостей используется в различных технологиях, где предъявляются высокие требования к производительности форсунок и дисперсному составу спреев. Следует отметить, что дробление капель жидкости в градиентных газовых потоках изучено недостаточно.

В отличие от ударно-волнового разрушения капель, где параметры газового потока постоянны, экспериментальной информации о разрушении капель в градиентных потоках существенно меньше [4–6]. Сложности заключаются в том, что на характерных длинах скоростной релаксации, деформации и разрушения капли изменения параметров газового потока могут быть значительные.

В связи с этим целью представленной работы было исследование деформации и фрагментации капель воды, движущихся в сужающемся вертикальном канале в непрерывном воздушном потоке. По результатам пост-обработки серий изображений, полученных при высокоскоростной регистрации процесса дробления, определены скорости, геометрические параметры капли и временные характеристики стадий разрушения.

Детально исследованы динамика перемещения, и деформации свободно падающей капли воды в ускоряющемся воздушном потоке. На рис.1 приведена выборка из серии 250 кадров, представляющая основные стадии разрушения капли. Получены оценки мгновенных значений ускорения капли и коэффициента сопротивления. Например, наибольшее ускорение капли соответствует стадии «диска» (кадр 2) с максимальным поперечным размером  $d_{cross}$  и минимальным продольным –  $d_{str}$ . При этом ускорение, определенное по  $d_{str}$ , составляет  $3.9 \cdot 10^4$  м/с<sup>2</sup> для капли диаметром 3 мм ( $d_0$ ) в недеформированном состоянии. Ускорение, оцененное по  $d_{cross}$ , достигает  $1.25 \cdot 10^3$  м/с<sup>2</sup>.

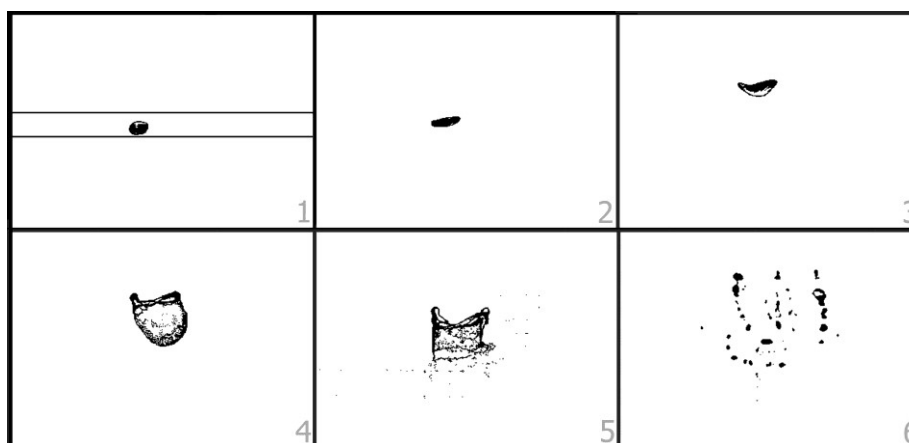


Рис. 1. Основные стадии разрушения капли в градиентном потоке.

1 – начальная деформация при входе в канал, 2 – стадия плоского «диска», 3 – рост «парашюта», 4 – максимальный размер «парашюта», 5 – разрыв «парашюта», 6 – конец разрыва остаточного «кольца» на фрагменты.

Представленные результаты свидетельствуют в пользу механизма распада, обусловленного аэродинамическим сопротивлением и неустойчивостью Релея – Тейлора. Длина разрушающих волн для рассматриваемой моды распада «парашют» составляет  $(1-1.7) \cdot d_{cross}$ . Выявлено, что внутренний поток в капле дает незначительный вклад для данной моды распада.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Chou W.H., Faeth G.M.** Temporal properties of secondary drop breakup in the bag breakup regime // *Int. J. Multiphase Flow*. 1998. Vol. 24. P. 889–912.
2. **Guildenbecher D.R., López-Rivera C., Sojka P.E.** Secondary atomization // *Exp. Fluids*. 2009. Vol. 46. P. 371–402.
3. **Teofanous T.G.** Aerobreakup of Newtonian and Viscoelastic Liquids // *Annu. Rev. Fluid Mech.* 2011. Vol. 43. P. 661–690.
4. **Бойко В.М., Пивоваров А.А., Поплавский С.В.** О диспергировании капель маловязких жидкостей в ускоряющемся потоке при малых числах Вебера // 24 Научно-техническая конференция по аэродинамике: П. Володарского, 28 февраля – 1 марта, 2013. С. 62.
5. **Flook A.K., Guildenbecher D.R., Chen J., Sojka P.E., Bauer H.-J.** Experimental statistics of droplet trajectory and air flow during aerodynamic fragmentation of liquid drops // *Int. J. Multiphase Flow*. 2012. Vol. 47. P. 37–49.
6. **Strotos G., Malgarinos I., Nikolopoulos N., Gavaises M.** Predicting droplet deformation and breakup for moderate Weber numbers // *Int. J. Multiphase Flow*. 2016. Vol. 85. P. 96–109.