

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ ДУВУСТОРОННЕОГРАНИЧЕННОЙ СТРУИ РАСТЯЖЕНИЯ

А.В. Колпаков, Л.В. Малярова

*Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082*

Такие характеристики воды, как плотность ρ , вязкость μ , поверхностное натяжение σ , изменяются с температурой однонаправлено. Максимальные величины они приобретают вблизи 0°C . В частности, максимальная плотность воды соответствует 4°C . Если изменять температуру от 0°C в сторону ее увеличения, то можно выяснить зависимость характерных параметров струи растяжения от упомянутых характеристик.

С этой целью генератор струй помещался в среду, имеющую соответствующую температуру. Проводилось исследование развития струи растяжения с помощью цифрового фотоаппарата. Изменения формы струи фиксировались с шагом 1×10^{-4} с.

При температуре ниже 0°C вода мгновенно замерзала и генерирование струй становилось невозможным. При всех температурах выше 0°C струя при растягивании изменяла свою геометрию от форм устойчивых (катеноид, цилиндр) к неустойчивым и обрывалась симметричным образом, образуя два узла, один вблизи среза капилляра, второй вблизи поверхности иглы.

Характер развития струи не зависит от температуры. И, следовательно, не зависит от величины плотности, вязкости и поверхностного натяжения, по крайней мере, в пределах изученного диапазона их изменения. Аналогичные зависимости можно построить и для диаметра струи.

Используя возможность независимого изменения поверхностного натяжения, поверхность струи модифицировали поверхностноактивным веществом (ПАВ) различной концентрации. Использовали катионный ПАВ гексодецилпиридиний хлорид ($\text{ГДП}^+\text{Cl}^-$). Какого-либо влияния на развитие струи также не было обнаружено.

Этот результат согласуется с измерениями величины разделяемого при дроблении струи электрического заряда. Получено, что величина разделяемого электрического заряда не зависит от температуры воды. И в то же время является чувствительной к изменению градиента поверхностного натяжения [1]. Что еще раз показывает, что перенос заряда при его разделении на поверхности струи осуществляется за счет градиента поверхностного натяжения.

В работе [2] показано, что работа деформации некоторого объема жидкости, совершаемая внешними силами и идущая на увеличение по-

верхности Ω будет определяться возрастанием удельной энергии f^σ , т.к. при этом объемная энергия не изменяется.

$$\sigma d\Omega = d(\Omega f^\sigma), \text{ или } \sigma = f^\sigma + \Omega(df^\sigma/d\Omega)$$

Зависит ли поверхностная энергия от изменения площади поверхности – это определяется скоростью деформации. Этот же вывод делается в работе [2]. Выражение, устанавливающее зависимость поверхностного натяжения от скорости деформации:

$$\sigma_{yy} = \sigma_0 + k[(\partial V/\partial Y) + (\partial W/\partial Z)] + e[(\partial V/\partial Y) - (\partial W/\partial Z)],$$

где σ_0 – поверхностное натяжение покоящейся жидкости; k , e – вязкостные коэффициенты; V , W – проекции скорости на соответствующие оси координат.

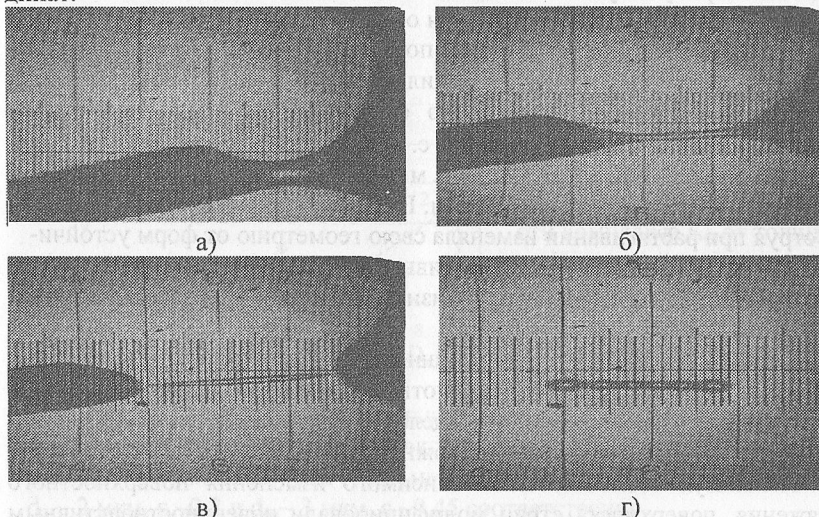


Рис. Характерные формы струи: а) – катеноид; б) – цилиндр; в) – веретено; г) – бусы.

Литература:

1. Колпаков А.В., Маларова Л.В. Механизм разделения зарядов при дроблении жидкости // Матер. 8-й Междунар. конф. «Волновая эл.-динамика проводящей среды, ДПО и малоизученные формы естественных электр. разрядов в атмосфере». 4 – 8 июня 2009 г, Ярославль, Россия. – С. 129 – 132.
2. Оно С., Кондо С. Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях. – М.: 1985. – 230 с.
3. Sterling C.V., Scriven L.E. Interfacial Turbulence: Hydrodynamic Instability and the Marangoni Effect / *A.I.Ch.E. Journal*, 1959. – №12. – P. 514 – 523.