

## АВТОСТРУКТУРЫ НА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАВНОМЕРНОВРАЩАЮЩЕГОСЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА ПРИ НАГРЕВЕ ЕГО ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ

А.Г. Г а л к и н, И.В. З у е в,  
С.В. С е л и щ е в

Достаточно быстрое равномерное вращение вокруг своей оси цилиндрического столба жидкости приводит к потере устойчивости ее исходной цилиндрической поверхности [1]. Этот результат остается справедливым и в том случае, если внутри жидкого столба содержится концентрически расположенное цилиндрическое тело [2]. Для возмущений поверхности жидкости  $h$  вида  $h \sim \cos n \varphi \cos k y$  (рис. 1) равновесие устойчиво при

$$f \equiv \frac{\Omega_L \omega^2 R_0^3}{\sigma} < (R_0^2 k^2 + m^2 - 1), \quad (1)$$

где  $\Omega_L$  - плотность жидкости,  $\omega$  - частота вращения,  $R_0$  - радиус свободной невозмущенной цилиндрической поверхности,  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения жидкости [1, 2].

В данной работе показано, что на свободной поверхности равномерно вращающегося металлического цилиндра образуются автоструктуры вследствие нагрева и оплавления его электронным лучом с постоянной во времени плотностью потока энергии. Автоструктуры образуются с  $m \sim \sqrt{f}$ , где  $f \gg 3$ . Геометрические характеристики гофра (число ребер, их высота и т.п.) существенным образом зависят от плотности потока энергии электронного луча, частоты вращения, ориентации нормали поверхности относительно электронного луча в зоне воздействия его на металл.

Металлические цилиндрические образцы (медь, нержавеющая сталь) с внешним радиусом  $R_0 = 5-50$  мм помещались в вакуумную камеру. Образцы раскручивались с частотой вращения  $\omega = 20-100$  Гц и перемещались под лучом вдоль оси  $y$  с равномерной скоростью  $V$ . Электронный луч с ускоряющим напряжением 40 кВ и постоянным во времени током луча 50-100 мА направлялся на поверхность металла (радиус  $R_s \sim 0.5$  мм). При плотности потока энергии электронного луча  $q = 10^6$  Вт/см<sup>2</sup>, на поверхности металла возникали автоструктуры (см. рис. 2, 3).

Число ребер при  $\alpha = 0$  хорошо соответствует формуле  $m \sim \sqrt{f}$ . Из рис. 2 видно, что могут образовываться как винтовые, так и не винтовые параллельные ребра. При изменении скорости вращения число ребер также хорошо соответствует формуле  $m \sim \sqrt{f}$ . Однако число ребер, их вид существенно зависят от плотности потока энергии электронного луча, скорости подачи  $V$ , угла  $\alpha$ .

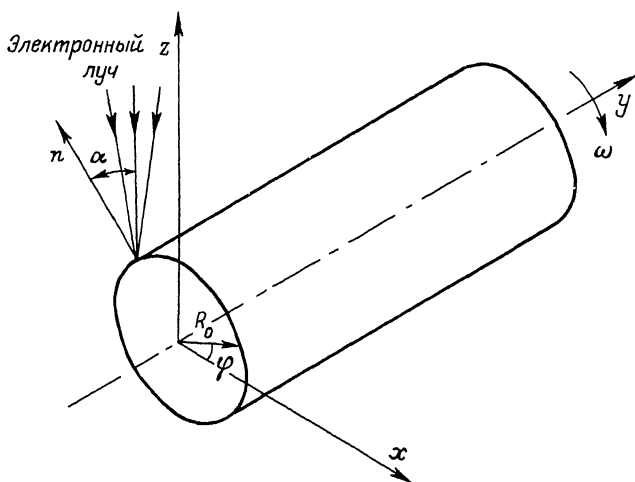


Рис. 1.

Для медного образца при уменьшении скорости подачи в два раза число ребер увеличилось в 1.5 раза. При этом, чем больше на образце ребер, тем меньше их высота.

При изменении  $\alpha$  от 0 до  $45^\circ$  при незначительном изменении высоты ребер их число уменьшается до единицы (рис. 3).

Угол  $\alpha$  определяет эффективность взаимодействия испаряющегося металла с электронным лучом. Так как число ребер зависит от  $\alpha$ , то из этого результата следует, что механизм образования ребер в значительной степени определяется экранировкой электронного луча приповерхностной плазмой.

При испарении и термоэмиссии металла под воздействием электронного луча в диапазоне частот  $\nu = 0.1 - 10$  кГц могут возникать автоколебания его температуры поверхности [3-5]. Поэтому основываясь на [6], представленные результаты можно рассматривать, как резонансное взаимодействие двух неустойчивостей [1, 2] и [3, 5]. Минимальное рассогласование достигается при  $m\omega \sim \nu$ . При этом достигаются наиболее благоприятные условия для образования автоструктур.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Бабский В.Г., Копачевский Н.Д., Мышкис А.Д. и др.). Гидромеханика невесомости. М.: Наука, 1987. 504 с.

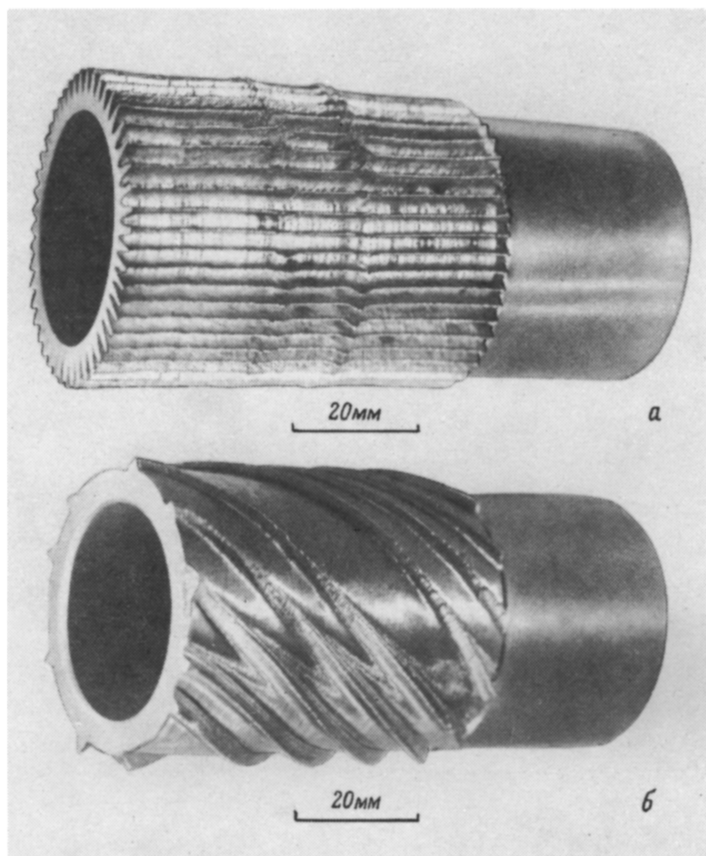


Рис. 2.

- [2] Gillis J., Suh K.S. // Phys. Fluids. 1962. V. 5. N 10. P. 1149-1155.
- [3] Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Скобелкин В.И., Селищев С.В. // ЖЭТФ. 1983. Т. 85. № 6. С. 1953-1961.
- [4] Углов А.А., Селищев С.В. Автоколебательные процессы при воздействии концентрированных потоков энергии. М.: Наука, 1987. 150 с.
- [5] Гамарский В.П., Селищев С.В., Углов А.А., Хмара В.А., Яшнов Ю.М. // Письма в ЖТФ. 1987. № 4. С. 854-858.
- [6] Углов А.А., Селищев С.В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 4. С. 649-654.