

О РАССЕЯНИИ СВЕТА ТУРБУЛЕНТНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

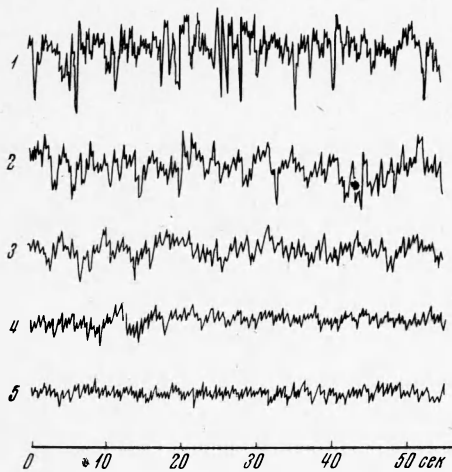
Н. П. Верховых, Ю. Ф. Верховых, В. М. Сысак, А. М. Трохан

(Москва)

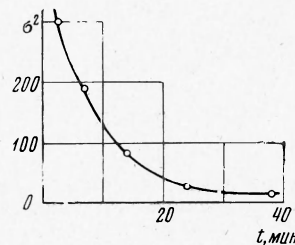
Приводятся результаты исследования рассеяния света неподвижной жидкостью в процессе релаксации разового возмущения. Полученные корреляционные функции и спектры позволяют высказать предположение о наличии долгоживущих низкочастотных вихрей.

В работе [1] обнаружено, что возникновение турбулентности в потоке воды приводит к появлению флуктуаций интенсивности рассеянного света, характеристики которых связаны с характером течения. В данной работе приводятся результаты исследования рассеяния света неподвижной жидкостью, в которую вводится разовое возмущение с помощью падающего тела.

Луч гелий-неонового лазера направлялся в сосуд размером $200 \times 600 \times 350 \text{ мм}^3$ с дистиллированной водой и поглощался рогом Вуда,



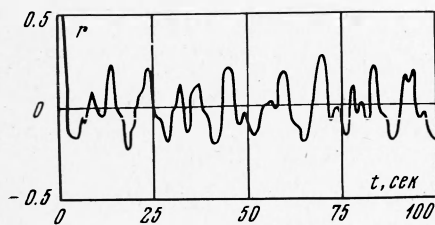
Фиг. 1



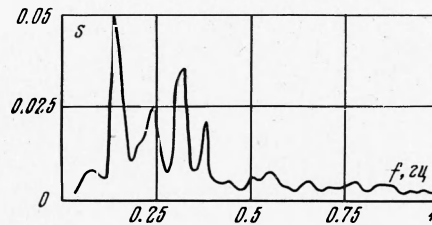
Фиг. 2

установленным в стенке сосуда. Регистрировалось рассеянное вперед излучение под углом 10° к оси луча из объема порядка $1 \times 1 \times 0,5 \text{ мм}^3$. Регистрация велась с помощью фотоумножителя ФЭУ-51 и шлейфового осциллографа МПО-2.

Возмущение вносилось с помощью алюминиевого диска диаметром 80 мм и толщиной 5 мм, свободно падающего по направляющим от поверхности жидкости до дна сосуда (высота 200 мм).



Фиг. 3



Фиг. 4

На фиг. 1 приведены осциллограммы 1, . . . , 5 интенсивности регистрируемого рассеянного излучения соответственно через 2,5, 7, 14, 24 и 38 мин после внесения возмущения. Из этих осциллограмм видно, что амплитуда пульсаций интенсивности уменьшается со временем. На фиг. 2 показано изменение во времени среднеквадратичных значений пульсаций интенсивности рассеянного излучения в относительных единицах для одного из экспериментов. Зависимость близка к экспоненциальной.

Для нахождения квадратичного спектра $s(f)$ пульсаций интенсивности рассеянного света вычислялась оценка автокорреляционной функции [2]

$$r(t) = \frac{1}{(T-t)\sigma^2} \int_0^{T-t} I(t+\tau) I(\tau) d\tau \quad (1)$$

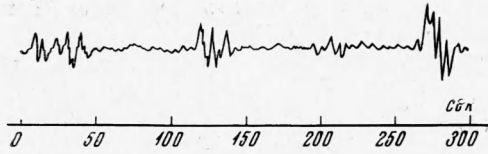
Здесь $I(t)$ — переменная составляющая интенсивности рассеянного света, σ^2 — ее дисперсия, T — длительность исследуемого отрезка реализации.

Спектр $s(f)$ вычислялся по формуле

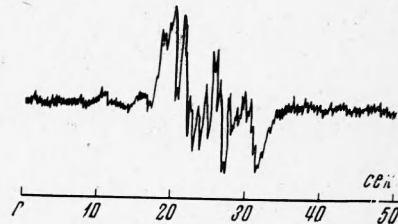
$$s(f_n) = \frac{2}{T'} \int_0^{T'} r(t) \cos(2\pi f_n t) dt \quad \left(T' < T, \quad f_n = \frac{n}{T'} \right) \quad (2)$$

Здесь f_n — частота n -й гармоники.

Значение T выбиралось равным 160 сек, значение T' — 100 сек. Интегрирование производилось на ЭЦВМ с шагом 0.2 сек. Типичный вид оценки автокорреляционной функции приведен на фиг. 3, а ее спектр — на фиг. 4.



Фиг. 5



Фиг. 6

Из приведенных графиков видно медленное убывание оценки автокорреляционной функции, что говорит о наличии медленно затухающих низкочастотных составляющих, и негладкий характер спектра. По-видимому, это может быть объяснено существованием наряду с мелкомасштабными вихрями длиннопериодических движений жидкости. И действительно, на фиг. 5 представлена часть осциллограммы, на которой зарегистрировано многократное прохождение через исследуемую область одного и того же вихревого образования, которое происходит через примерно равные промежутки времени (в данном случае порядка 75 сек).

Осциллограмма регистрации прохождения вихревого образования в более растянутом масштабе времени приведена на фиг. 6.

Поступила 15 VIII 1969

ЛИТЕРАТУРА

1. Струминский В. В., Филиппов В. М. Экспериментальные исследования явлений рассеяния света в ламинарных и турбулентных потоках жидкости. Изв. АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение, 1962, № 6.
2. Пугачев В. С. Введение в теорию вероятностей. М., «Наука», 1968.