

К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОХОЖДЕНИЯ СВЕТА ЧЕРЕЗ ТУРБУЛЕНТНУЮ ЖИДКОСТЬ

С. С. Кутателадзе

(Новосибирск)

Анализируются причины расхождения теоретических оценок и наблюдаемых эффектов по ослаблению лазерного луча в чистой турбулентной жидкости, полученных на комплексе установок в ИТФ СО АН СССР.

В работе [1] были рассмотрены критерии подобия, связывающие ослабление луча света в чистой турбулентной среде с ее термогидродинамическими параметрами. При неподобном рассеивании теплоты турбулентного трения к этим критериям следует присоединить отношение коэффициентов кинематической вязкости и температуропроводности жидкости [2]. В работах [3,4] описаны несколько первых установок, на которых изучалось прохождение света через возмущенную жидкость. Условия опытов были таковы, что в меру малости турбулентных флуктуаций течение считалось изотермическим. При этом в опытах с водой применялся дистиллят и бидистиллят. Наблюдаемые эффекты в ряде случаев существенно выше возможных теоретических оценок и по сопоставимым параметрам существенно расходились в установках разного типа.

В ИТФ СО АН СССР создан комплекс экспериментальных гидрооптических установок, в которых повторены схемы опытов [3,4]. При этом в установке с прохождением лазерного луча вдоль оси трубы, заполненной потоком жидкости, введен внешний опорный луч, с интенсивностью которого непрерывно сравнивается интенсивность луча, проходящего через жидкость. Оба луча света образуются расщеплением излучения одного ОКГ, и при сравнении измерений исключается ошибка, связанная с нестабильностью источника излучения. В установке с интерферометром давления в проточной и непроточной кюветах выравнивались или через небольшое соединительное отверстие в середине каналов, или по показателям пьезометров, присоединенных к каждой из независимых кювет.

Опыты с интерферометром обнаружили некоторое уширение и размытие интерференционных полос аналогично тому, что наблюдается и в опытах с прохождением лазерного луча через турбулентную атмосферу. Сдвиг полос, наблюдавшийся в [4] при описанной схеме опытов, не имел места в пределах точности измерений.

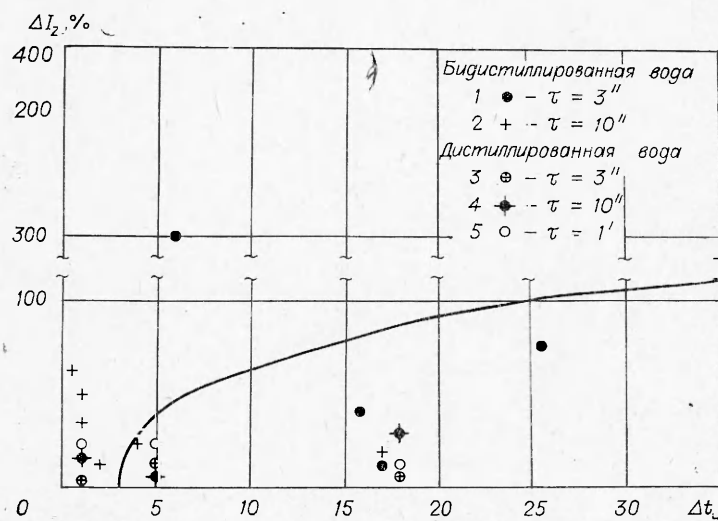
В установках с прохождением лазерного луча через жидкость, текущую по трубе, ослабление луча зависело как от размеров установки, так и от способа подачи жидкости. При тщательных мерах очистки установок и воды полной оптической чистоты последней все-таки добиться не удалось, но наблюдаемые эффекты были значительно ниже, чем в [4]. При этом в прозрачном канале можно было наблюдать прохождение как пузырьков, видимо, кавитационного происхождения, так и твердых микрочастиц.

Проиллюстрируем эти наблюдения некоторыми результатами, полученными при прохождении света через щель между соосными дисками. Возмущение создавалось вращением одного из дисков. Установка повторяет описанную в [3]. Возмущения вносились в течение 3, 10 и 60 секунд. При этом в наших опытах наблюдалось возрастание интенсивности рассеянного света при любых временах отстаивания жидкости. Для биди-

стиллята это возрастание достигало 35—55%, а для дистиллята 5—25%. В [3] эффект возрастания рассеянного света наступал только после 3—4 часов отстаивания.

На фигуре даны результаты наших опытов и опытов, описанных в [3], о зависимости интенсивности рассеивания лазерного луча от времени после возмущения жидкости вращающегося диска (ΔI_z — изменение фототока при возмущении (в процентах к первоначальному); Δt_c — время отстаивания жидкости (в часах); τ — время внесения возмущения).

Можно думать, что расхождения в этих опытах объясняются влиянием твердых частиц различного размера. Вероятно, в наших опытах были



Фиг.

более крупные частицы, практически не испытывающие броуновского движения, относительно легко оседающие в спокойной воде и быстро перемешивающиеся при гидродинамических возмущениях. В опытах [3], по-видимому, было значительное количество частиц, подверженных броуновскому движению.

Это вероятно тем более, что в опытах с вращающимся диском характерное число Рейнольдса потока было меньше критического.

В настоящее время в ИТФ СО АН СССР и в Грузинском политехническом институте осуществляется длительная программа гидрооптических исследований на комплексе стендовых установок.

В этой программе принимают участие Н. А. Рубцов, А. В. Корабельников, В. А. Базанов (Новосибирск), Д. И. Авалиани, Д. И. Никурадзе (Тбилиси).

Поступила 20 IX 1974

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутателадзе С. С. Пристенная турбулентность. Новосибирск, «Наука», 1973.
2. Кунин И. А., Вайсман А. М. О некоторых масштабных эффектах в сплошных средах. — В кн.: Проблема теплофизики и физической гидродинамики. Новосибирск, «Наука», 1974.
3. Сысак В. М., Трохан А. М. Об изменениях со временем характеристик рассеяния света водной средой при ее гидродинамическом возмущении. — ПМТФ, 1972, № 2, с. 181—184.
4. Авалиани Д. И., Кутателадзе С. С. Взаимодействие света с турбулентным потоком жидкости. — ПМТФ, 1973, № 4, с. 115—123.