

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Полосковые линии и устройства сверхвысоких частот. Библиографический указатель литературы. Харьков, 1977, с. 5—88. [2] Баскаков С. И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами. М.: Высшая школа, 1980, с. 27—101. [3] Нефедов Е. И., Фялковский А. Т. Полосковые линии передачи. М.: Наука, 1980, с. 61—218. [4] Волков Ю. Д. В кн.: Аппаратура и методы исследования тонких магнитных пленок. Красноярск, 1968; с. 415. [5] Лященко Е. П. В кн.: Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники. М.: Наука, 1972, с. 131. [6] Голубков В. А. и др. Приб. и техн. эксперимента, 1977, № 1, с. 256. [7] Tatumoto E., Nomura M., Goto M. Jap. J. Appl. Phys., 1963, 2, p. 254. [8] Kryder M. H., Humphrey F. B. Rev. Scient. Instrum., 1969, 40, p. 829. [9] Колотов О. С., Погожев В. А., Телеснин Р. В. Методы и аппаратура для исследования импульсных свойств тонких магнитных пленок. М.: Изд-во МГУ, 1970, с. 33—41. [10] Фиштейн А. М. Приб. и техн. эксперимента, 1971, № 5, с. 146. [11] Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. М.: Высшая школа, 1978, с. 223. [12] Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. М.: Энергия, 1979, ч. 2; 3, с. 349—356.

Поступила в редакцию
25.01.82

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 2

УДК 556.535.2

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕХ КОМПОНЕНТ ВЕКТОРА МГНОВЕННОЙ СКОРОСТИ В ЕСТЕСТВЕННОМ РУСЛОВИИ ПОТОКА

О. Н. Мельникова, В. П. Петров, Ю. Г. Пыркин, В. А. Виноградов

(кафедра физики моря и вод суши)

Ряд важных задач динамики русловых потоков, таких как определение турбулентных напряжений Рейнольдса, расчет коэффициента турбулентного обмена и др., требует экспериментального определения трех компонент вектора мгновенной скорости. Предлагаемая ниже методика экспериментального определения этих величин позволила авторам впервые подробно исследовать поле скорости по сечению естественного руслового потока.

Измерение скорости потока проводилось с помощью термогидрометра. Подробное описание этого прибора дано в работе [1]. Термогидрометр, использованный нами для определения трех компонент мгновенной скорости потока, отличается тем, что содержит две платиновые нити. Каждая нить AB (рис. 1) диаметром 30 мкм натянута на держателях таким образом, что образует прямой угол AOB , стороны которого являются плечами двойного моста. Малый мост $ABCD$ служит для определения угла, который составляет вектор мгновенной скорости с направлением потока, если биссектриса угла AOB совпадает с направлением потока. Большой мост $AFGH$ служит для измерения модуля вектора мгновенной скорости. В этом мосту одним плечом является вся платиновая нить AB , другое плечо BF выполняется из манганина, сопротивление которого не зависит от температуры в рассматриваемом диапазоне скоростей. Сопротивление $R_{AB} = R_{BF}$ в покоей среде. Температурное воздействие среды в малом мосту взаимноисключается плечами AO и OB .

Для измерения третьей составляющей скорости течения на дополнительных держателях в плоскости, перпендикулярной к плоскости первой нити, натягивается вторая платиновая нить, причем центры обеих нитей размещаются на общем держателе, как показано на

рис. 2. Питание схем нитей осуществляется от разных источников, что исключает взаимное влияние обеих схем. Держатели нитей изготавливаются из манганиновой проволоки достаточно большого диаметра.

Применение такой схемы включения термогидрометра позволило выполнить регистрацию мгновенной скорости течения существенно более простым методом, чем обычно [2]. Это обеспечило возможность исследования поля мгновенной скорости в естественном русловом потоке.

Для определения средних значений скорости использовалась трубка Пито, помещенная рядом с термогидрометром. Показания трубки

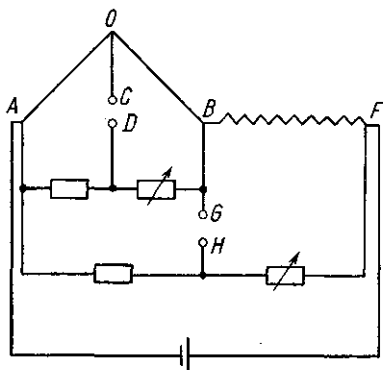


Рис. 1

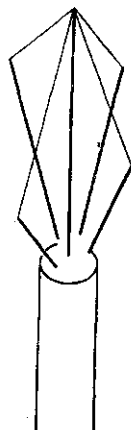


Рис. 2

Пито и термогидрометра фиксировались одновременно. Полученные значения средней скорости течения были использованы также для тарировки термогидрометра по модулю скорости. Тарировка проводилась следующим образом: строился профиль средней скорости по данным трубки Пито для некоторой вертикали; для этой же вертикали строилось распределение средних значений пульсаций модуля скорости в миллиметрах отклонения аналогового сигнала по глубине Δl ; по полученным подобным профилям (рис. 3, а) вычислялись тарировочные коэффициенты.

Такой способ тарировки имеет значительные преимущества по сравнению с обычно используемой тарировкой датчиков в лабораторных условиях, так как дает возможность постоянно контролировать состояние датчика в течение всего эксперимента. Кроме того, при этом автоматически учитываются все меняющиеся факторы, влияющие на чувствительность датчика: температура среды, средняя скорость потока, внутреннее сопротивление измерительной схемы, загрязнение нити.

Постоянный контроль этих элементов при использовании предлагаемой схемы тарировки делает возможным определение трех компонентов вектора мгновенной скорости в естественном русловом потоке.

Для того чтобы ввести аналогичный контроль чувствительности термогидрометра по углу, тарировка проводилась следующим образом: записывались показания термогидрометра в некоторой точке, затем термогидрометр поворачивался в горизонтальной плоскости на 2, 5, 10 и 15° и в каждом положении записывались показания. Аналогичная операция проводилась и в вертикальной плоскости. При этом поворот осуществлялся вокруг измерительной нити датчика. По полученным

записям вычислялись средние значения сигналов, соответствующих тому или иному углу поворота датчика. Таким образом строилась тарировочная кривая. В диапазоне от 0 до 10° она носит линейный характер (рис. 3, б).

Отметим, что при таком способе тарировки наклон вектора средней скорости к горизонтальной оси не сказывается на результате, так как при построении тарировочной кривой используется лишь изменение угла $\Delta\varphi$, а не абсолютное его значение.

Для определения абсолютного значения углов, которые образует вектор средней скорости течения с горизонтальной и вертикальной осью данной области потока, достаточно провести запись углов с помощью термогидрометра, постепенно вращая его в той и другой плоскости. Угол, при котором будут записаны максимальные по величине пульсации, соответствует абсолютному углу, который составляет с осями координат вектор средней скорости.

Для выполнения поставленной задачи — регистрации вектора мгновенной скорости — необходимо фиксировать одновременно все четыре сигнала: два угла и два модуля. Однако наши исследования показали, что достаточно фиксировать лишь один сигнал модуля, так как оба сигнала практически идентичны. На рис. 3, а значения модуля скорости течения, полученные датчиком с горизонтальной нити, отмечены крестами, а с вертикальной нити — кружками. Полученные результаты показывают, что в конструкции термогидрометра достаточно использовать лишь малый мост *АВСД* в одной из плоскостей. Следует

отметить, что предложенная мостовая схема включения термогидрометра обладает высокой чувствительностью.

Таким образом, предложенная схема включения термогидрометра и разработанная система тарировки впервые позволили экспериментально определить все три компонента вектора мгновенной скорости в естественном русловом потоке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Колесников А. Г., Пантелеев Н. А. и др. Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1958, № 3, с. 405. [2] Perkins H. J. J. Fluid Mech., 1970, 44, N 4, p. 721.

Поступила в редакцию
01.03.82

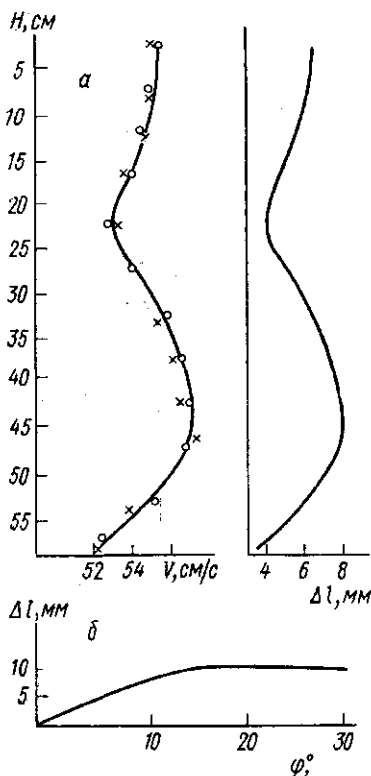


Рис. 3