

# Методика измерения ветровых волн автономным буйковым волнографом

Виктор Я. Серых<sup>\*</sup>, Христо Д. Слабаков<sup>\*\*</sup>,

Траян К. Траянов<sup>\*\*</sup>, Леонид Ф. Бродецкий<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Институт океанологии им. П. П. Ширшова, АН СССР (Москва)

<sup>\*\*</sup> Институт океанологии, БАН (Варна)

Волнографы, которые измеряют гидростатическое давление (Амбросовский, Гореной, 1971; Карпов, Лаврентьев, 1982; Усенков, 1982) по способу передачи информации можно систематизировать в две основные группы — судовые дистанционные и автономные. В судовых дистанционных волнографах датчик давления связывается с измерительной и регистрирующей аппаратурой кабельной линией длиной примерно 450 м (ГМ-16). Эти волнографы не обеспечивают требуемую точности измерения в результате ошибок, вызываемой динамическим давлением воды при дрейфе судна или несущего буйа. Для уменьшения этих ошибок в последнее время применяются автономные (дрейфующие) буйковые волнографы, не связанные с бортом исследовательского судна. Информация от них передается по радиоканалу или накапливается на магнитной пленке либо на твердотельном накопителе.

Методика измерения. Заборная часть предлагаемого автономного буйкового волнографа (АБВ) состоит из трех основных частей (рис.1): погружаемого контейнера для измерительной схемы, троса, длина которого определяется из условия  $l \geq \lambda/2$  (где  $\lambda$  — длина волны) и пенопластового буйа

(Маклаков, Снежинский, Чернов, 1975).

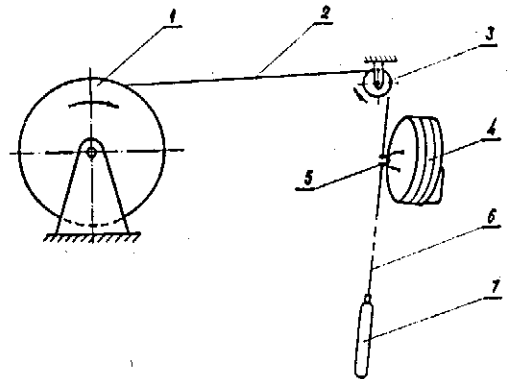


Рис.1. Схема постановки автономного буйкового волнографа

1 — барабан лебедки; 2 — фал; 3 — блок; 4; — буй; 5 — сросток; 6 — трос; 7 — контейнер

В экспедициях на Черном море „Ветровое волнение-86“ и „Ветровое волнение-87“ были опробованы несколько режимов работы с (АБВ): первый заключается в том, что вся система из трех частей спускалась на воду и поднималась на борт с помощью капронового фала  $\varnothing 8$  мм и длиной на менее 1000 м, намотанного на ба-

рабане лебедки (рис.1). Лучший вариант, когда фал имеет положительную плавучесть, например, кевларовый фал. Судно

По окончании измерения АБВ подтягивают фалом и вытаскивают на борт в обратном порядке. Эту работу с АБВ при-

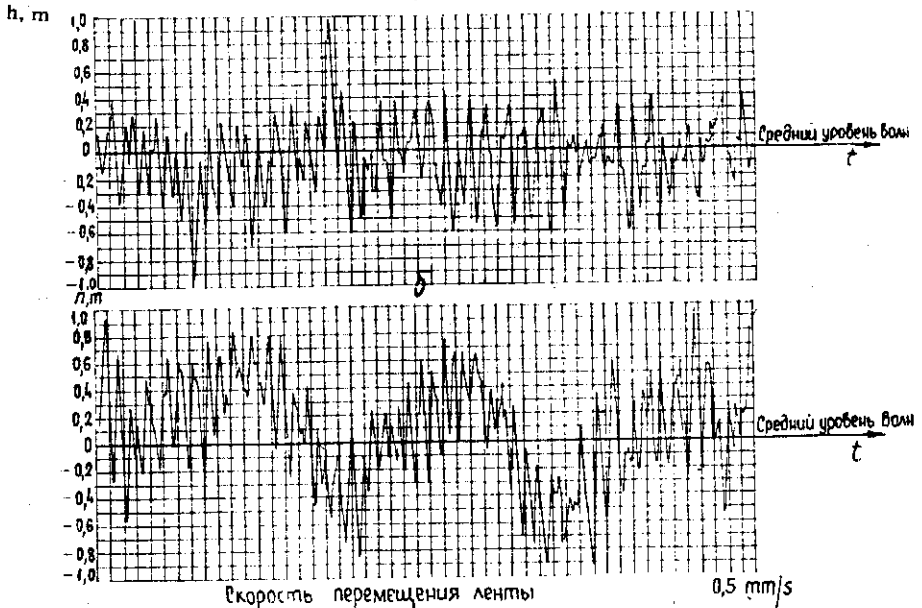


Рис.2. Запись волнения во время экспедиции „Востровое волнение - 87“  
а - АБВ без фала; б - АБВ с фалом

ложится в дрейф. АБВ спускается до тех пор, пока не пройдет через блок сросток троса с фалом. Затем к петле на конце троса с помощью скобы через вертлюг прикрепляется буй и вся система спускается на борт. Процедура спуска АБВ со временем ожидания, пока судно отнесет от буя метров на двадцать, занимает не более 10 min. Судно сносит ветром быстрее, чем буй, поэтому необходимо постоянно стравливать фал за борт, следя за тем, чтобы он не был в натянутом состоянии. В противном случае не будет свободных колебаний АБВ на волнах. Для сравнения на рис.2 приводятся реальные записи волнения, демонстрирующие данную зависимость. Средний уровень записи на (рис.2—а) постоянен. Уход среднего уровня записи на (рис.2—б) объясняется тем, что при натяжении фала буй как бы тащится за судном (рис.3), контейнер поднимается и давление уменьшается — средний уровень записи ползет вверх. Затем оператор на лебедке стравливает фал — средний уровень ползет вниз и т.д.

менялся при повышенном волнении и скорости ветра более 10 м/с.

Второй режим работы с АБВ отличается от первого тем, что АБВ во время измерений с судном ничто не связывает. Фал в этом случае применялся только для

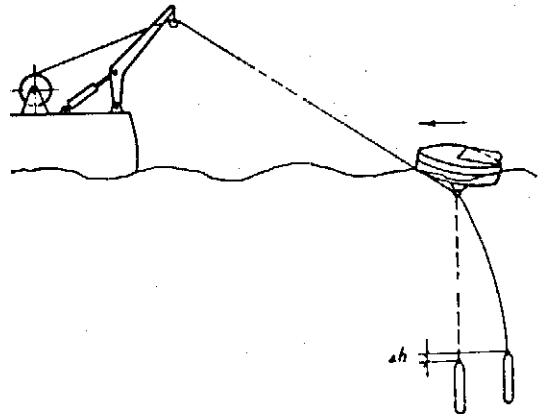


Рис.3. Положение, когда фал в натянутом состоянии

спуска АБВ на воду. При этом к верхней части буйа прикреплялась металлическая петля для более удобной довли буйа с борта или „кошкой“ и радиолокационный отражатель. Судно дрейфовало вблизи буйа. Был проведен эксперимент по установлению расстояния, в пределах которого радиолокационный отражатель виден на экране судовой радиолокационной станции. Максимальное расстояние, на котором отчетливо был виден буй, равнялось 0,8 мили.

В экспедиции „Ветровое волнение-87“ были опробованы еще два варианта работы с АБВ. В первом буй состоял из трех секций с положительной плавучестью 15 кг каждая, а контейнер — из двух частей: приборного отсека и обтекателя общим весом 15 кг в воздухе. Сравнительный анализ обработанных материалов двух станций показывает повышение среднего заглубления контейнера во втором варианте на 20 см. Скорост ветра при этом была около 2 м/с, высота волны не более 40 см. На рис.4 приведен спектр волнения, полученный при работе АБВ в дрейфующем режиме (без фала). Результаты дают ясное представление о структуре поверхностных волновых колебаний. Основная энергия волн сосредоточена в частотном диапазоне 0,59 — 0,88 Hz, соответствующем периоду от 1,6 до 12 с. Первый пик приходится на частоту 0,27 Hz, а второй — на 0,40 Hz. Видно, что составляющая спектра волн с периодом менее 1,6 с резко

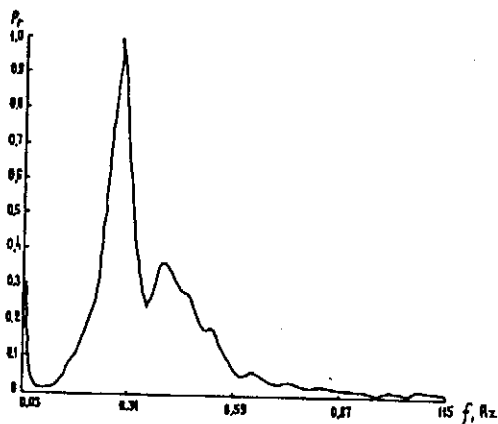


Рис.4. Спектр волнения (27.01.1987г.)

уменьшается за счет фильтрующего эффекта системы „буй - тросконтейнер“.

Частотный спектр волнения, полученный при измерении волнографом, связанным с судном капроновым фалом, будет смещен в сторону низких частот. Все высокочастотные составляющие будут отфильтрованы, что объясняется уменьшением скорости реакции системы на воздействие волн. Следовательно, более точное представление о фактическом состоянии волнения дает измерения АБВ в свободном дрейфе (без фала).

Представление выше результатов работы АБВ в двух режимах были сделаны со тросом  $\varnothing 4$  мм длиной 84 м в полихлорвиниловой оболочке, соединяющим буй с контейнером.

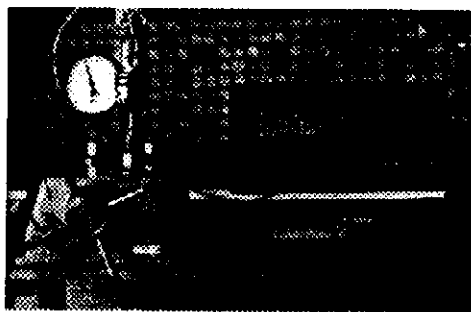


Рис.5. Установка для тарировки автономного буйкового волнографа

1 — волнограф (ДДВ - 100); 2 — установка для нагнетания давления; 3 — дисплей

**Тарировка АБВ.** Лабораторная установка для тарировки автономного буйкового волнографа представлена на рис.5. АБВ через переходник стыкуется с камерой высокого давления установки (2), работающей с дистиллированной водой. В измерительную схему устанавливается ПЗУ с программой измерения на экран дисплея. АБВ включается в режим измерения и в камере высокого давления устанавливается такое давление, при котором на экране появится число 128 — середины всего диапазона измерения, который равен 0 - 256 относительных единиц. При этом необхо-

димо создать давление  $P$  не менее 0,5 МПа. Таким образом грубо выбирается длина троса  $L(m) = 100 P$  (МПа), которую более точно можно подобрать в море, в зависимости от глубины и ожидаемого волнения. Цена одной относительной единицы также уточняется в море. Для этого после окончательного выбора длины троса производится пробное измерение волнения с вычислением среднего значения. Затем трос удлиняется ровно на 1 м и опять делается измерение и вычисление среднего. Разница между средними значениями этих двух калибровочных измерений даст число относительной единицы на 1 м волнения. Регулировка цены относительной единицы изменяется также, как и ширины диапазона, путем перепрограммирования ПЗУ. В комплект АБВ входит

набор из нескольких ПЗУ с шириной диапазона измерения высоты волны 0 - 10 м и ценой относительной единицы измерения 5 см с различной частотой измерения: 4 Hz, 3 Hz, 2 Hz и тарифовочная ПЗУ с выводом результатов на экран дисплея.

**Выводы.** Из опыта работы с буйковым волнографом ГМ-16 в Атлантическом океане и с АБВ в Черном море можно сделать вывод, что результаты, полученные с помощью АБВ, представляют более точную физическую картину процесса волнения. При волнении моря до 4 баллов более удобно работать с АБВ без фала. Если состояния моря и ветер не позволяют захват буя после измерения, рекомендуется проводить измерения АБВ, связанным с судном фалом.

## Л и т е р а т у р а

Абрамовский, В. А., В. А. Горюной. 1975. Волнограф. Авт. свидетельство № 462 079 СССР. Карпов, А. Г., Б. Ф. Лаврентьев. 1982. Автономный волнограф. Авт. свидетельство № 741 124 СССР. Маклаков, А. Ф., В. А. Снежинский, Б. С. Чернов. 1975. Океанографи-

ческие приборы. Л., Гидрометеиздат, 171 - 174. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. 1967. Л., Гидрометеиздат, с. 357. Усков, М. М. 1982. Регистратор волн на поверхности водоемов. Авт. свидетельство № 960 532 СССР.

## Method for measuring of wind wave by an autonomous wave-recording gauge of buoy type

*Victor Y. Seryh, Hristo D. Slabakov, Trayan K. Trayanov, Leonid F. Brodetskiy*

### (Summary)

The experience in wind wave measuring by an autonomous wave-recording gauge of buoy type (designed by specialists from both Institutes of Oceanology in Bulgaria and USSR) has been summarized. A method for

measuring wind wave under specific meteorological conditions is devised and a manner of calibration of the wave gauge is shown.

*Поступила 22.02.1988 г.*