

и  $S_2$  на  $\Delta x$  (увеличивают или уменьшают акустический путь в исследуемой жидкости), и внесением затухания  $A_2$  опять добиваются совмещения импульсов. Зная  $\Delta x$  и  $\Delta A = |A_1 - A_2|$ , вычисляют поглощение по известной формуле:  $\alpha = \Delta A / \Delta x \times \times 20 \lg e$ . Совмещение «шумящих» сигналов при больших затуханиях также можно сделать довольно точно.

Как показали эксперименты, ошибка данного метода может быть сведена до 1%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. R. A. R a p u a n o. Ultrasonic absorption from 75 to 280 Ms/sec. Phys. Rev., 1947, 72, 78.
2. J. H. A n d r e a e, R. B a s s, E. L. H e a s e l l, J. L a m b. Pulse techniques for measuring ultrasonic absorption in liquids. Acustica, 1958, 8, 3, 131—142.
3. H. J. M c S k i m i n. Ultrasonic pulse technique for measuring acoustic losses and velocities of propagation in liquids as function of temperature and hydrostatic pressure. J. Acoust. Soc. America, 1957, 29, 11, 1185—1192.
4. Б. А. Б е л и н с к и й. Импульсная ультразвуковая установка для измерения поглощения ультразвуковых колебаний в жидкостях на высоких частотах. Сб. «Примен. ультраакуст. к исслед. вещества», М., МОПИ, 1957, 5, 29—54.
5. А. А. Б е р д ы е в, Н. Б. Л е ж н е в. К исследованию поглощения ультразвука на высоких частотах. Изв. АН Туркменской ССР, 1960, 6, 127—130.

Физико-технический институт  
АН Туркменской ССР  
г. Ашхабад

Поступило в редакцию  
22 марта 1962 г.

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

*В. В. Богородский, Д. Д. Добротин*

Снежный покров на льдах Арктического бассейна держится большую часть года. При значительной толщине, достигающей местами (у торосов и других подобных образований) до 1,5 м, он может оказать некоторое влияние на подледное распространение звука и на прочность льда. Кроме того, физические свойства снега вообще представляют научный интерес.

В настоящее время в литературе нет каких-либо сведений о проводившихся ранее исследованиях колебательных свойств снежного покрова Арктики. Исследования, о которых говорится в работе [1], производились в умеренных широтах, где условия образования и, следовательно, физические свойства снежного покрова значительно отличаются от арктических.

Нами были проведены измерения физико-механических свойств арктического снега на дрейфующей полярной станции СП-10 в апреле — мае 1962 г. При этих измерениях исследовалась импульсным ультразвуковым методом скорость продольных и сдвиговых волн в снежном покрове и отдельных образцах снега. Образцы, выпиленные из снежного покрова, имели форму куба с размерами ребер не меньше 30 см. Прозвучивание снежного покрова и отдельных образцов производилось в вертикальном и горизонтальном направлениях. Для измерений был использован прибор, подробно описанный в работе [2].

Измерение скорости звука сопровождалось измерением плотности снега. Плотность снежного покрова в месте проведения эксперимента или в месте взятия образца измерялась при помощи весового плотномера.

В процессе исследований были измерены скорости продольных и сдвиговых волн в свежем и ранее выпавшем вьюжном снегу различной плотности, наметенном у различных препятствий (домики, торосы и тому подобное), и в снегу, уплотненном под воздействием внешней нагрузки (тракторная и пешеходная дорожки). Кроме того, были проведены измерения на трех образцах, извлеченных из снежного покрова толщиной 90 см, находящегося на открытом ровном пространстве. Эти образцы вырезались из поверхностного слоя и слоев, лежащих на глубине 50 и 70 см от поверхности.

Возбуждение продольных волн в снежных образцах осуществлялось с помощью поршневых керамических излучателей, диаметром 50 мм с резонансными частотами 125, 175 и 330 кгц. Сдвиговые волны возбуждались кварцевым излучателем Y-среза, диаметром 25 мм с резонансной частотой 450 кгц (см. фигуру, на которой приведена

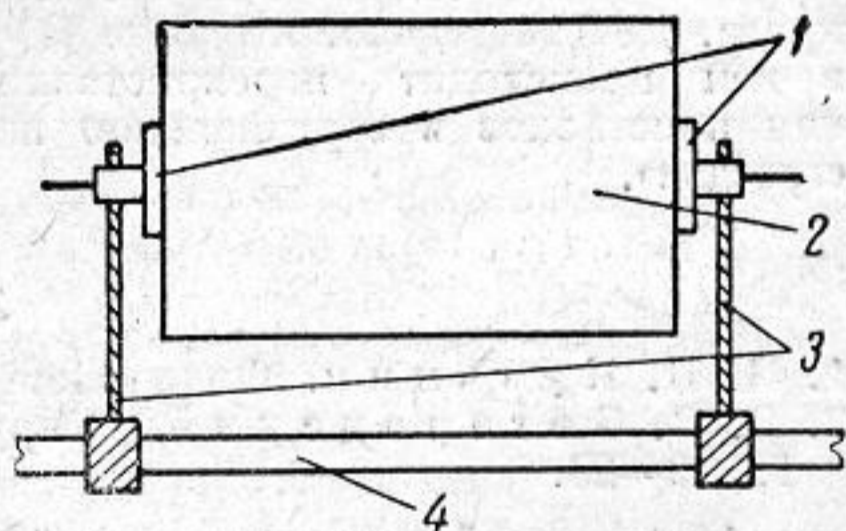


схема измерения скорости звука в снежном покрове: 1 — пьезопреобразователи, 2 — снеговой образец, 3 — подвижные кронштейны, 4 — измерительная линейка). Излучатели жестко крепились на подвижных кронштейнах штангенциркуля. Отсчет геометрических размеров образца (длина пути ультразвука) мог производиться с точностью до десятых долей миллиметра. При измерениях непосредственно в снежном покрове излучатели внедрялись в снег и слегка, для создания надежного акустического контакта, смещались регулировочным винтом один к другому. Во время экспериментов температура образцов изменялась в пределах от  $-7$  до  $-13^{\circ}$ .

В таблице приведены результаты измерений. Как видно из данных, приводимых в столбцах 1—5, упругие модули и скорости продольных и поперечных волн монотонно возрастают с увеличением плотности и мало отличаются при прозвучивании в вертикальном и горизонтальном направлениях. Однако исследование разреза снежного покрова на открытом пространстве (столбцы 6—8) дало совершенно неожиданные результаты. Значения скорости продольных волн, при измерении в вертикальном и в горизонтальном направлениях, отличаются здесь примерно в два раза. При этом скорость в вертикальном направлении несколько выше, а скорость в горизонтальном направлении значительно ниже, чем для других образцов той же плотности.

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8
Плотность, $\rho/\text{см}^3$	0,242	0,36	0,395	0,527	0,495	0,35	0,37	0,39
Направл. прозвуч.	верт. гор.	верт. гор.	верт. гор.	верт. гор.	верт. гор.	верт. гор.	верт. гор.	гор.
$C_e$ , м/сек	360 460	895 1015	1240 1275	1750 1750	1565 1345	1150 670	1210 530	555
$C_t$ , м/сек	— —	590 580	745 705	1005 1145	700 737	— —	— —	—
$\nu$	— —	0,12 0,26	0,22 0,28	0,25 0,13	0,37 0,28	— —	— —	—
$E \cdot 10^3$ , кг/см <sup>2</sup>	— —	2,8 3,06	5,34 5,11	13,4 15,8	6,67 7,12	— —	— —	—
$\mu \cdot 10^3$ , кг/см <sup>2</sup>	— —	1,25 1,23	2,19 2,0	5,32 7,04	2,43 2,74	— —	— —	—

Примечание: 1 — свежавыпавший снег; 2 — свежавыпавший снег с наветренной стороны палатки; 3 — свежавыпавший снег из «ветровой доски» (тонкий наружный слой снега, уплотненный под действием ветра); 4 — уплотненный снег с тракторной дороги (глубина 10 см); 5 — уплотненный снег с тракторной дороги (глубина 50 см); 6 — разрез снежного покрова, глубина 10 см; 7 — разрез снежного покрова, глубина 50 см; 8 — разрез снежного покрова, глубина 70 см (20 см от льда);  $C_e$  — скорость распространения продольных волн;  $C_t$  — скорость распространения поперечных волн;  $\nu$  — коэффициент Пуассона;  $E$  — модуль Юнга;  $\mu$  — модуль сдвига.

Возможно, что это явление вызвано структурными особенностями снежного покрова. Действительно, в работе [1] указывается, что при старении снежного покрова в нем происходит перекристаллизация, возникает преимущественная ориентация кристаллов в вертикальном направлении, и они соединяются в вертикальные «гроздь».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Кузьмин. Физические свойства снежного покрова. Гидрометиздат, 1957.
2. В. В. Богородский. Упругие характеристики льда. Акуст. ж., 1958, 4, 1, 19—23.

Арктический и антарктический  
н.-и. институт  
Ленинград

Поступило в редакцию  
25 июля 1962 г.

#### О РАСЧЕТЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПО СТРУКТУРЕ ПИКОВ НА КРИВОЙ РЕАКЦИИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА

В. В. Войтонис, В. Ф. Яковлев

Для исследования поглощения в газах интерферометрическим методом при малых значениях коэффициента поглощения наибольшее распространение получили метод Хаббарда [1] и метод Белявской [2]. Первый основан на анализе структуры пика кривой реакции (определение полуширины пика) и не дает простого аналитического выражения для расчета коэффициента поглощения. Метод Белявской требует определения тока через кристалл при бесконечно удаленном рефлекторе ( $I_{\infty}$ ), причем  $I_{\infty}$  возможно определять двумя способами: либо удалять рефлектор настолько, чтобы не было обратного воздействия отраженной волны (а это при малых поглощениях прак-