

УДК 551.578.46:528.8(1–924.82)

Послойный снегоотборник с прямоугольным сечением

© 2014 г. М.П. Тентюков

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН

tentukov@yandex.ru

Статья принята к печати 5 декабря 2013 г.

Плотность снега, послойный снегоотборник, снежный покров.
Snow cover, snow density, snow layer probing device.

Описываются приёмы и способы работы с новым прибором – послойным снегоотборником с прямоугольным сечением, который позволяет получать пробы снега с ненарушенной структурой снежных слоёв. Применение прибора в снегомерных съёмках даёт возможность организовать наблюдения за динамикой послойной изменчивости плотности снега, а также визуализировать особенности стратиграфического строения снежной толщи. Послойный снегоотборник с прямоугольным сечением можно использовать и для калибровки весовых цилиндрических снегомеров и тем самым сопоставлять результаты снегосъёмки, выполненных в разных природно-климатических зонах.

Введение

Плотность – одна из важнейших характеристик снега, поскольку с ней связаны такие его свойства, как прочность, теплопроводность, вододерживающая способность, прозрачность [1, 6]. Известно, что стандартное оборудование для определения плотности снега содержит градуированный цилиндр, диаметром 10 см и высотой 60 см, и весы, позволяющие взвешивать цилиндр с его содержимым. Однако в таком цилиндре при толщине снежного керна менее 10–15 см чувствительность весов не обеспечивает достаточной точности определения плотности снега [2].

Для более глубокого снега применяют снегоотборники, диаметром 5 см, состоящие из разъёмных труб [3, 5]. Установлено, что цилиндрические снегоотборники малого диаметра лучше удерживают снежный керн, чем пробоотборники большего диаметра. Если необходимо определить плотность отдельных слоёв снега, то отбор снега ведут с использованием коротких цилиндров, объёмом 500 см³ [5]. Однако в этом случае трудоёмкость и длительность снегомерных наблюдений увеличиваются [4]. При измерении послойной плотности снега используется приём, при котором цилиндрический снегоотборник направляют горизонтально во фронтальную стенку снежного шурфа [2]. Однако этот способ отбора снега не позволяет получить корректные результаты, поскольку круглый профиль горизонтального керна не совпадает с геометрией слоёв, слагающих снежную толщу, а это снижает информативность и сопоставимость данных. В настоящей работе из-

ложены приёмы работы с новым прибором для исследования снежного покрова – послойным снегоотборником с прямоугольным сечением.

Описание устройства

Послойный снегоотборник прямоугольного сечения с регулируемым шагом опробования позволяет вести послойный отбор проб, когда толщина снежного образца устанавливается визуально, но с учётом снежных слоёв, различающихся по структуре (зоны разрыхления и уплотнения снега, ветровые доски; температурные корки – следы оттепелей; прослойки загрязнённого снега, образовавшиеся при осаждении пыли и др.). Конструкция предлагаемого послойного снегоотборника (рис. 1) представляет собой прямоугольную призму, размерами 54 × 27 × 36 см, стенки которой выполнены из прочного и химически инертного материала (в нашем случае, это стеклотекстолит). Стенки 1 крепятся с помощью алюминиевых уголков 2, одновременно выполняющих функцию рёбер жесткости и направляющих, которые обеспечивают вертикальность погружения призмы в снежную толщу. Передняя стенка призмы – съёмная и служит в качестве ножа-пластины 3, при помощи которого послойно отбирается проба снега. Режущая кромка ножа-пластины должна быть достаточно острой, чтобы проникать в снег с минимальным усилием. Устройство укомплектовано подвижной платформой-консолью 4, которая устанавливается на передних рёбрах жесткости. Общая масса устройства в режиме регулируемого шага опробования (см. рис. 1) равна 4,7 кг.

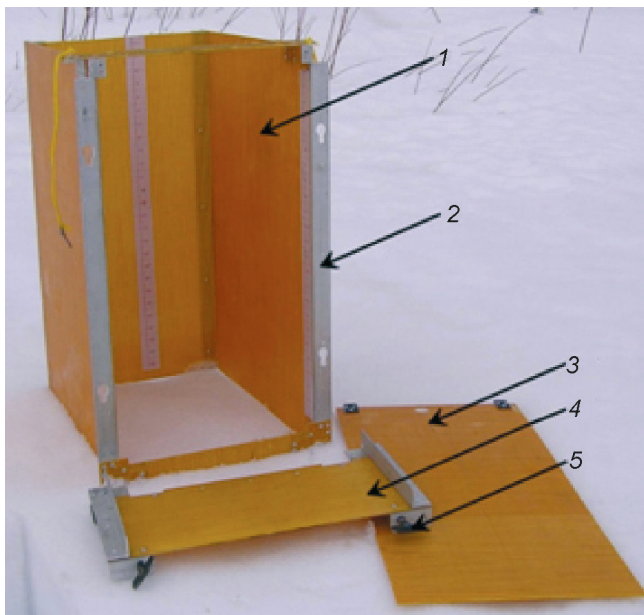


Рис. 1. Послойный пробоотборник с регулируемым шагом опробования (пояснения см. в тексте)

Fig. 1. The snow layer probing device with controlled sampling step (explanations see the text)

Для получения снежного бруска платформа-консоль опускается по направляющим до требуемой глубины и фиксируется специальными креплениями 5. Затем на платформу-консоль кладётся нож-пластина (съёмная передняя стенка призмы). Поступательным движением по поверхности платформы-консоли нож-пластину вдвигают в снежную толщу. «Отрезанный» слой снега сгребаётся пластиковым совком с поверхности пластины. Практика работы с пробоотборником показала его эффективность в диапазоне плотностей снега от 0,04 до 0,30 г/см³. Погрешность параллельных послойных измерений плотности при толщине снега до 50 см составляла 12–15%. Однако при опробовании снежных горизонтов с включениями разной плотности (оледенелые окатыши из замёрзших капель дождя; радиационные корки; ледяные корки, образовавшиеся во время оттепелей; погребённые ветровые доски) и не выдержанных по простиранию погрешность послойного определения плотности увеличивалась до 25%. Обусловлено это тем, что в снежных горизонтах с прослоями из плотных и оледенелых включений, не выдержанных по простиранию, при поступательном движении нож-пластина отклоняется от горизонтали, что не позволяет получать пробы снега равного объёма. Эту проблему следует учитывать при эксплуатации устройства.

Порядок отбора проб снега

Режим с регулируемым шагом опробования снежной толщи показан на рис. 2, где приведён фоторяд, демонстрирующий порядок работы со снегоотборником. Призма снегоотборника (см. рис. 2, а) заглубляется вертикально в снег при постоянном усилии, направленном вниз (см. рис. 2, б). При прохождении снежной толщи с уплотнёнными прослоями разного генезиса её предварительно протыкают металлической линейкой по периметру призмы, чтобы избежать смятия и

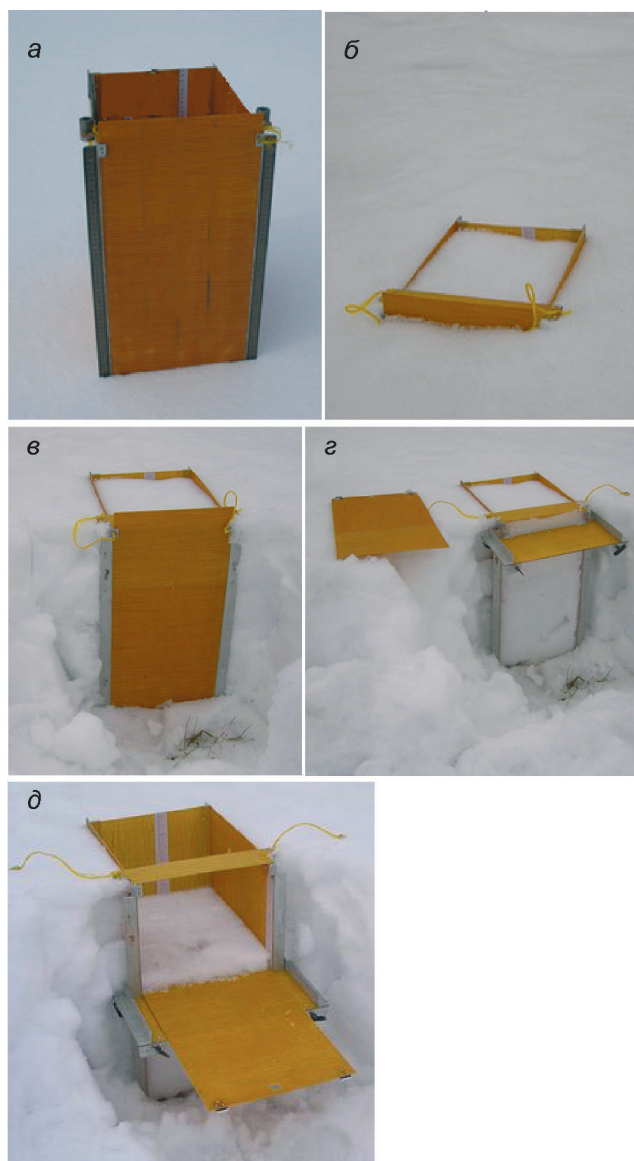


Рис. 2. Последовательность работы со снегоотборником в режиме с регулируемым шагом опробования (пояснения см. в тексте)

Fig. 2. Work sequence with the snow probing device in the controlled sampling step mode (explanations see the text)

уплотнения снежных слоёв при заглублении призмы. После заглубления призмы проходят снежный шурф таким образом, чтобы передняя стенка призмы была свободна от снега (см. рис. 2, в). Затем снимают переднюю стенку призмы и на передние рёбра жёсткости крепят платформу-консоль, устанавливая её на требуемую толщину снежного бруска (см. рис. 2, г). Вслед за тем на платформу-консоль кладётся передняя пластина призмы, выполняющая функцию ножа-пластины, которая поступательным движением вдвигается в прямоугольный снежный керн, ограниченный с трёх сторон стенками призмы (см. рис. 2, д). Снег с поверхности ножа-пластины собирается пластмассовым совком. Каждый образец снега помещается в полиэтиленовый пакет и нумеруется для последующего взвешивания на электронных весах.

Для работы в глубоком и рыхлом снегу прибор снабжён тремя составными стойками, диаметром 0,8 мм и длиной 1,5 м каждая. Стойки вставляются в специальные проушины, закреплённые на стенках призмы снегоотборника (на рис. 1 не показано). Поскольку стеклотекстолит имеет низкий теплообмен, снег к стенкам пробоотборника не примерзает и устройство может свободно перемещаться в снежной толще по направляющим стойкам. Призму фиксируют в снежной толще на нужной глубине с помощью стопорных винтов. Для свободного опускания призмы снегоотборника в снежную толщу, в которой имеются прослойки из ледяных корок и/или снежных досок, устройство снабжено металлической линейкой (1 м), один конец которой остро заточен, что позволяет протыкать снежные доски и ледяные корки по периметру призмы без смятия снежных слоёв.

В комплект снегоотборника входят: металлическая линейка; складная лопата; складные стойки-направляющие для работы в глубоком снегу (до 2 м); составная снегомерная рейка (1,5 м); приспособление для фиксации снегомерной рейки перед стенкой снежного шурфа; совок для ножа-пластины; электронные весы. К месту работы устройство транспортируется на санях в специальном контейнере. Общая масса комплекта без контейнера – 9 кг.

Наблюдения за состоянием снежного покрова

Применение снегоотборника в снегомерных исследованиях позволяет по-новому организовать наблюдения за динамикой послойной изменчивости плотности снега, оценить плотность отдельных слоёв в снежном покрове, а также ви-

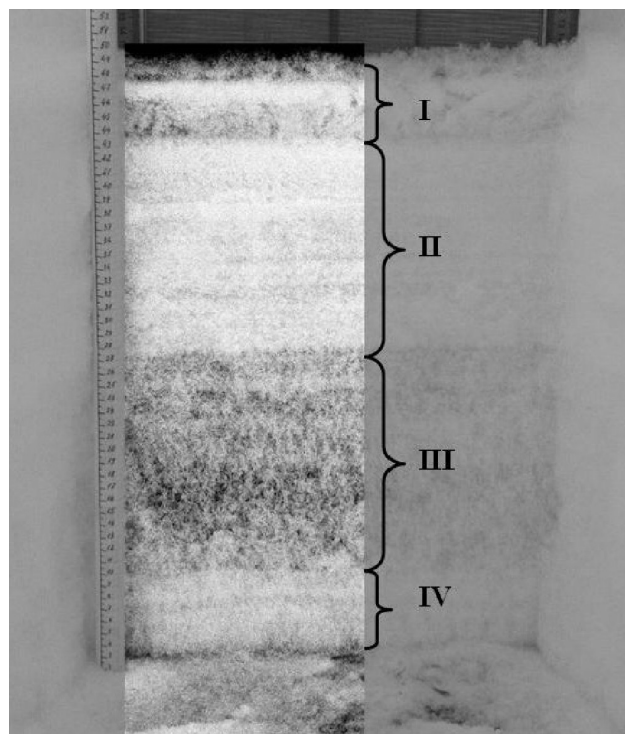


Рис. 3. Визуализация слоёв, слагающих снежную толщу, с помощью светоотражательного экрана – передней стенки призмы снегоотборника (пояснения см. в тексте)

Fig. 3. Visualization layers forming the snow mass using a front wall of the device prism as a light reflecting screen (explanations see the text)

зуализировать особенности стратиграфического строения снежной толщи.

Визуализация стратиграфии снежной толщи показана на примере разреза Р-10. Наблюдения велись на засеянном многолетними травами поле, расположенном в зелёной зоне в 4 км к западу от г. Сыктывкар. Разрез был заложен на открытом участке 10 января 2013 г. Поверхность снега – ровная, толщина снежного покрова – 50 см. Призму снегоотборника вертикально погружали в снег, а затем проходили шурф. Фронтальную стенку расчищали таким образом, чтобы передняя стенка призмы была прикрыта тонким (до 1,5–2,0 см) слоем снега.

При таком приёме работы со снегоотборником его передняя стенка служит своеобразным светоотражательным экраном, что позволяет показать особенности залегания снежных слоёв на фотографии (рис. 3). Видно, что верхний слой I имеет светло-серый цвет, мощность до 8 см и представлен свежеснежившим снегом. Для него характерна незначительная плотность (0,04 г/см³). Кристаллы снега имеют вид очень тонких иголок, дли-

ной 1–3 мм, которые образуют рыхлые агрегаты. В средней части слоя I выделяется светлый прослой из микроагрегатов снежных зёрен, образовавшихся при осаждении инея во время перерыва снегопада. Плотность прослоя составила $0,11 \text{ г/см}^3$. В интервале глубин 8–24 см выделяется светлый переходный слой II из мелко- и среднезернистого снега. В данном слое плотность снега возрастает с $0,11$ до $0,21 \text{ г/см}^3$. Под ним, на глубине 24–40 см, лежит средне- и крупнозернистый фирнизованный снежный слой III светло-серого оттенка. От вышележащего он отличается большей порозностью и размерами ледяных кристаллов, слагающих снежные зерна. Плотность снега изменяется в пределах $0,19$ – $0,22 \text{ г/см}^3$. В нижней части разреза (глубже 40 см) плотность снега увеличивается, достигая $0,30 \text{ г/см}^3$ в светлом слое плотной глубинной изморози (слой IV).

Заклучение

Послойный снегоотборник с прямоугольным сечением позволяет получать пробы снега с ненарушенной структурой снежных слоёв, что повышает точность расчётов плотности снега. Данный прибор расширяет спектр аппаратуры, применяемой для исследования снежного покрова, прежде всего для изучения геохимических свойств снега. Вместе с тем, точность наземных и дистанционных наблюдений за снегом, как правило, оценивается путём сравнения со снегомерными наблюдениями с помощью весовых снегомеров [5] и, следовательно, необходимо иметь представление об ошибках, возникающих при использовании послойного снегоотборника. Результаты измерения плотности снега предложенным прибором будут сравниваться с данными, полученными стандартным плотномером. Поэтому работа с новым снегоотборником для выявления ошибок измерения плотности снега в разных условиях будет продолжена. В связи с этим отметим, что послойный снегоотборник с прямоугольным сечением, в отличие от цилиндрического весового снегомера, имеет ряд преимуществ: 1) исключает субъективность наблюдателя

при взвешивании, поскольку измерение проводится с помощью электронных весов; 2) обеспечивает получение пробы при снежном покрове малой толщины; 3) исключает уплотнение снега при его отборе из снежной толщи с включениями прослоев разного генезиса (ледяные и радиационные корки, ветровые доски).

Литература

1. Котляков В.М. Снежный покров Земли и ледники. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 479 с.
2. Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 179 с.
3. Наблюдения за снежным покровом // Метеорологические наблюдения на станциях. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 98–112.
4. Farnes P.E., Goodison B.E., Peterson N.R., Richards R.P. Proposed metric snow samplers // Proc. of the 48th Annual Western Snow Conference (April 15–17, 1980). Western Snow Conference, 1980. P. 107–119.
5. Handbook of Snow: Principles, Processes, Management and Use / Eds. by D.M. Gray, D.H. Male. Toronto: Pergamon Press, 1981. 776 p.
6. Snow and Climate: Physical Processes, Surface Energy Exchange and Modeling / Eds. by R.I. Armstrong, E. Brun. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2008. 229 p.

Summary

A new snow layer probing device with a rectangular section is described in the paper. This device allows receiving snow samples with the undisturbed structures of snow layers, and more accurately reflects the actual value of the snow water equivalent. Application of a new snow probing device in snow measurements provides a new way to organize the monitoring dynamics of snow density layer variability, to estimate density of certain snow types in the snow cover, including the total or vertically averaged one, and to visualize the features of the snow stratigraphy structure. Snow layer probing device with a rectangular section as opposed to the cylindrical weight snow devices has constructive advantages. It also can be used in the calibration weight snow measurement devices that will ensure the comparability of the snow shooting results made in different climatic zones.