УДК 622.24

Н.Е.БОБИН, М.Ю.МИРОХИН
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СКАЛЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА УСТАНОВКИ ДЛЯ СТЕРИЛЬНОГО ОТБОРА ПРОБ ИЗ ЛЕДЯНОГО КЕРНА

Обычные способы очистки поверхности образца пород взятием из него микробиологической пробы при работе со льдом непригодны. Предложен способ стерильного отбора проб из внутренней части ледяного керна, при котором наружная часть образца служит надежным экраном, предохраняющим пробу от посторонней микрофлоры. Главным при этом является получение незараженного участка поверхности льда. Это возможно, если такой участок получен скалыванием и не контактировал с инструментом. Предложена конструкция устройства установки УСЛ-3М, которая позволяет получить чистую поверхность скола керна при глубине внедрения ножей в лед на 3-4 мм и толщине наружного слоя льда, не вошедшего в пробу, не менее 10-15 мм.

The usual methods of the surface sterilization before microbiological sampling is impossible for ice testing. So the sterile testing of ice core from inner pieces of ice core without the sterilization of it's surface was offered. One of the most important moment in this case is the creation of the peace of ice surface where the contact of instrument with new surface of ice is absent. So a new construction of ice breaker was offered, that let us to get a clean plot of ice surface. It is important that the depth knifes strike in ice must be less than the thickness of external layer of ice no getting in sample.

При микробиологических исследованиях толщи льда наиболее сложной проблемой является стерилизация поверхности льда. Ни один из распространенных способов стерилизации, широко применяемых при микробиологических исследованиях, при работе со льдом не пригоден. Ультрафиолетовое облучение не является достаточно надежным методом, так как в неровностях поверхности льда всегда могут сохраниться живые микроорганизмы. Стерилизация спиртом также не дает полной уверенности в чистоте поверхности льда и может служить лишь вспомогательным методом обработки поверхности. Наиболее надежными и широко распространенными способами стерилизации являются термическая обработка поверхности образца пламенем или стерилизация в среде перегретого пара. Но применительно ко льду оба эти способа неприемлемы.

Необходимо было разработать надежный и эффективный способ асептического отбора микробиологических проб из керна льда. Для решения этой задачи в Горном институте была разработана установка УСЛ-3М. Эта установка позволяет проводить стерильный отбор микробиологических проб из льда без предварительной стерилизации его поверхности выплавлением внутренней части. Наружный, нерастаявший слой льда служит надежным экраном, изолирующим материал пробы от окружающей среды и препятствующим попаданию в пробу посторонней микрофлоры. Основной частью установки является литой медный или алюминиевый нагреватель мощностью 1,25 кВт. Рабочая поверхность выполнена в виде воронки, через которую образующаяся при плавлении льда вода стекает через центральное отверстие в нагревателе по водоприемной трубке в приемную емкость. Непосредственно перед отбором пробы на образце льда получают чистый участок поверхности скалыванием части образца. Для этой цели в установке предусмотрено спе-

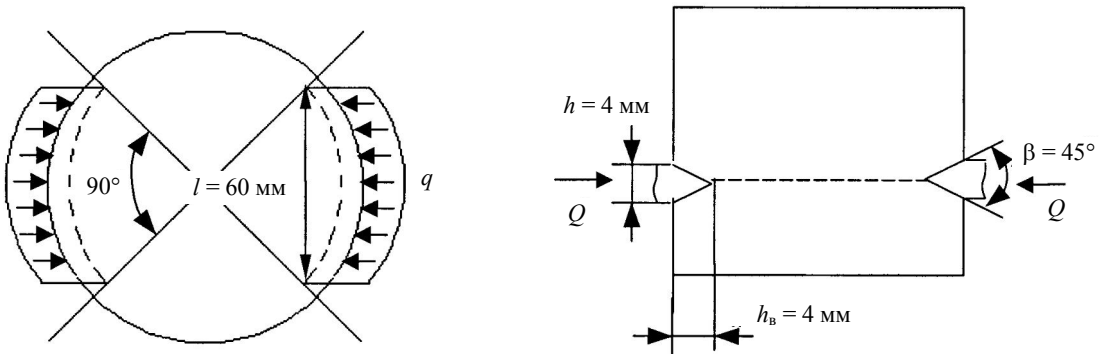


Схема внедрения ножей в образец
β – угол заточки ножей; h – толщина ножей, q – равномерно распределенная нагрузка; l –ширина ножей; Q – прикладываемое усилие; $h_в$ – глубина внедрения ножей в лед

циальное скалывающее устройство. Этот метод обладает тем преимуществом, что при получении чистого участка образца не происходит контакта получаемой поверхности с инструментом, и вероятность заражения ее посторонними микроорганизмами сводится к минимуму.

С помощью установки УСЛ-3М в Антарктиде на станции Восток было отобрано более 3000 проб из керна льда с глубины от 0 до 3600 м, в которых были обнаружены живые микроорганизмы, пролежавшие во льду более 400 тыс.лет в состоянии анабиоза. Горному институту выдан диплом за научное открытие «Явление сверхдлительного анабиоза у микроорганизмов».

Установка УСЛ-3М имеет ряд недостатков, на устранение которых и направлена наша работа. Одна из задач – разработка новой конструкции скалывающего устройства.

Основными минусами старого скалывающего устройства являются:

- сложность центрирования керна в скалывающем устройстве, при отсутствии которого возможно раскалывание ледяного керна;
- отсутствие возможности раскрытия полукольцевых ножей;
- ограниченный диапазон сведения ножей с помощью эксцентриков.

Для устранения указанных недостатков разработана новая схема скалывающего устройства. Принципиальными отличиями нового скалывающего устройства являются раздвижные полукольца, благодаря которым отпадает необходимость в продевании керна через скалывающее устройство. Самоцентрирующиеся ножи, которые позволяют работать с кернами различных диаметров, самоустонавливаясь вокруг керна, дают ровный скол. Съемный стяжной болт позволяет разводить ножи. Длина стяжного болта позволяет увеличить амплитуду сведения ножей.

Скалывающее устройство установки УСЛ-3М надежно работает с керном диаметром до 125 мм. Поэтому габаритные размеры нового скалывающего устройства рассчитаны на работу с кернами диаметром 125; 90; 60 мм.

При разработке нового скалывающего устройства особое внимание уделялось самоцентрирующимся ножам. Штифт позволяет менять ножи, благодаря чему может проводиться работа с кернами различных диаметров (для каждого диаметра керна имеется свой комплект ножей).

При скалывании образца керна нужно обеспечить минимальное внедрение ножей в лед, чтобы свести вероятность загрязнения середины участка к минимуму. Из практических опытов известно, что скол ледяного керна происходит при внедрении в него ножей на глубину 3-5 мм.

При разработке скалывающего устройства произведен расчет усилия, которое необходимо приложить для скалывания части образца. Для расчета приняты следующие параметры: температура воздуха –10 °С; допустимое сопротивление раздавливанию льда при данной температуре $[\sigma] = 3$ МПа; диаметр керна 125 мм; глубина внедрения

ножей в керн 4 мм. Параметры ножей представлены на рисунке.

Для скалывания образца льда необходимо, чтобы выполнялось следующее неравенство:

$$\sigma_c = \frac{Q}{F_c} > [\tau]_c = 0{,}6[\sigma], \qquad (1)$$

где F_c – площадь скола; $[\tau]_c$ – касательное напряжение скола;

$$F_c = \frac{Q}{[\tau]_c} = \frac{ql}{[\tau]_c} \Rightarrow q = \frac{Q[\tau]_c}{l};\ q = \frac{F_c[\tau]_c}{l}, \qquad (2)$$

откуда

$$F_c[\tau]_c = Q;$$
$$Q = \pi \cdot 0{,}004 \cdot 0{,}125 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 0{,}6 = 2{,}8 \text{ кН}. \qquad (3)$$

Проверка по неравенству (1) показывает, что при найденной нагрузке происходит скол.