УДК 622.24

Н.Е.БОБИН, П.Г.ТАЛАЛАЙ,
С.В.ЯНКИЛЕВИЧ
Санкт-Петербургский государственный
горный институт (технический университет)

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЕМОВ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА ВОСТОК В АНТАРКТИДЕ

Приведены результаты научно-исследовательских работ, направленных на разработку специальных технических средств для проникновения в подледниковые озера с целью отбора проб воды с условием соблюдения мер, исключающих его загрязнение.

This paper devotes to researches and designing of special devices for penetration in subglacial lakes with the aim of water sampling. The main demand to sampling is the ensuring of water contamination.

Еще в начале XX века ученые высказывали различные гипотезы относительно строения и мощности ледникового покрова Антарктиды, но только в 60-е годы XX века, благодаря исследованиям ученых разных стран, в том числе и России, удалось определить мощность и примерный возраст ледовых отложений в центральной части Антарктиды. В это же время советский гляциолог И.А.Зотиков выдвинул гипотезу о существовании подледниковых озер в центральной части Антарктиды. В 70-х годах существование озер было доказано благодаря проведенному Британским полярным институтом имени Р.Скотта радиолокационному зондированию [1].

В результате проведенных исследований в центральной части Антарктиды были открыты 67 относительно небольших подледниковых озер и один гигантский подледниковый водоем, длина которого составляет 230 км, а площадь – около 14 тыс.км^2. Южная часть этого озера находится непосредственно под российской станцией Восток, что послужило основанием для его названия – озеро Восток. Одним из приоритетных направлений антарктических исследований в ближайшие десятилетия будет комплексное изучение подледниковых водоемов in-situ, т.е. путем их непосредственного вскрытия и опробования. В соответствии с программой «Изучение и исследование Антарктики» федеральной целевой программы «Мировой океан» в Санкт-Петербургском горном институте, начиная с 1999 г., проводятся научно-исследовательские работы, направленные на разработку специальных способов проникновения в озеро для отбора проб подледниковой воды с условием строжайшего соблюдения мер, исключающих его загрязнение. Это даст возможность исследовать состав подледниковой воды с химической и микробиологической точек зрения, а также получить экспериментальные доказательства существования жизни подо льдом или опровергнуть эту гипотезу.

Для непосредственного опробования подледниковой воды необходимо пробурить глубокую скважину с выходом в находящийся подо льдом водоем. В 1991-1998 гг. на станции Восток осуществлялась проходка глубокой скважины, однако ее бурение прекращено из-за опасности нарушения уникальной реликтовой экосистемы подледникового озера [3].

Основным требованием при разработке технических средств для исследования озера Восток является стерильность проведения отбора проб воды этого озера.

При компоновке аппаратуры для проведения микробиологических и геохимиче-

ских исследований необходимо учитывать следующие условия:

- Объем отбираемой пробы должен быть максимально большим из-за малого содержания живых микроорганизмов в подледниковых водоемах.
- Конструкция пробоотборника должна выдерживать давление не менее 300 МПа.

В настоящее время разработка технических средств для изучения воды подледникового озера Восток ведется учеными всего мира. Все существующие варианты конструкций пробоотборников можно разделить на три основные группы: автономные снаряды; снаряды на кабеле; стационарные снаряды.

Рассмотрим каждую группу на примере схем имеющихся конструкций пробоотборников.

Автономные снаряды. Основным отличием является имеющаяся автономно работающая капсула, которая опускается непосредственно в воду озера через скважину и передает информацию на поверхность через ретранслирующее устройство на грузонесущем кабеле, расположенное в скважине. В настоящее время разработкой такого типа пробоотборников занимается американская лаборатория NASA [4].

Принцип действия конструкции: пробоотборник на грузонесущем кабеле опускается в скважину до контакта с поверхностью подледникового озера, далее от пробоотборника отделяется автономная капсула, имеющая камеру визуального наблюдения, глубиномер, сенсор для определения состава воды и водозаборник. При попадании капсулы в воду озера осуществляется комплексное исследование подледниковой воды и передача полученных данных через ретранслятор на поверхность. Основным недостатком снарядов данного типа является невозможность извлечения автономной части после окончания пробоотбора, что влечет за собой нарушение целостности уникальной реликтовой экосистемы озера, а также невозможность получения и непосредственного исследования проб воды.

Снаряды на кабеле. Принцип действия схож с принципом работы автономных снарядов, но после завершения пробоотбора снаряд извлекается на поверхность целиком, включая и ту часть, которая находилась непосредственно в подледниковом озере. Подобный проект разработан американо-канадской группой ученых [2].

При проведении пробоотбора снарядом на кабеле возникают несколько трудновыполнимых для конкретных условий проходки задач. Во-первых, данная конструкция пробоотборника требует проходки предварительной скважины определенного профиля и размера; во-вторых, поднятие автономной части пробоотборника представляет собой весьма сложную инженерно-техническую задачу.

Стационарные снаряды. Основное отличие в том, что они отбирают пробу подледниковой воды, находясь непосредственно в скважине, и извлекаются на поверхность целиком. Далее из пробоотборника извлекается блок, содержащий отобранную пробу, и передается в микробиологическую лабораторию, при этом проба остается изолированной от окружающей среды. К этой группе можно отнести пробоотборник, разработанный в Санкт-Петербургском горном институте. Отбор микробиологического материала из пробы воды подледного озера осуществляется путем фильтрации данной пробы через биологический фильтр.

Учитывая крайне низкое содержание живых микроорганизмов в воде подо льдом, необходимы пробы очень большого объема, извлечь которые на поверхность для исследования не представляется возможным. Исследование таких больших объемов воды возможно лишь путем прокачки ее через фильтры непосредственно в озере. Площадь этих фильтров должна быть достаточно большой, значительно больше площади сечения скважины. Это можно обеспечить путем компоновки набора фильтров в блок, подключая их параллельно. При этом суммарная площадь фильтров будет практически неограниченной.

Основным узлом пробоотборника является блок биологических фильтров кассетного типа. С учетом специфики проведения исследований конструкция этого блока

обеспечивает равномерное поступление исследуемой воды во все кассеты, тем самым максимально увеличивая суммарную площадь биологического фильтра, что позволяет исследовать большой объем воды при ожидаемом чрезвычайно низком содержании живых объектов в воде.

Отбор пробы производится по следующей схеме. Предварительно простерилизованный и заполненный стерильной жидкостью пробоотборник на грузонесущем кабеле опускается в скважину. При этом блок биологических фильтров изолирован от окружающей среды электромагнитными клапанами. На заданной глубине клапаны открываются и включается электронасос для прокачивания исследуемой воды через блок биологических фильтров. Таким образом, процесс пробоотбора заключается в прокачивании воды через блок биологических фильтров.

По окончании пробоотбора электромагнитные клапаны закрываются, выключается насос и пробоотборник извлекается из скважины. Далее съемный блок фильтров извлекается из пробоотборника и передается в микробиологическую лабораторию. В результате при работе устройства соблюдаются все условия для обеспечения стерильного пробоотбора и сохранения уникальной реликтовой системы подледникового озера в первозданном виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зотиков И.А.* Антарктический феномен – озеро Восток // Природа. 2000. № 2.

2. *Blake E.W.*, *Price B.* A proposed sterile sampling system for Antarctic subglacial lakes / Memoirs of National institute of polar research special issue. 2002. № 56.

3. Proposal for penetration and exploration of subglacial Lake Vostok, Antarctica. / S.R.Verkulich, B.B.Kudryashov, N.I.Barkov, N.I.Vasiliev, R.N.Vostretsov, A.N.Dmitriev,V.M.Zubkov, A.V.Krasilev, P.G.Talalay, V.Ya.Lipenkov, L.M.Savatyugin, I.N.Kuzmina // Memoirs of National institute of polar research special issue. 2002. № 56.

4. *Vogel S.W.*, *Tulaczyk S.* Carsey F et al / IPICS Workshop Reports, Washington, USA, 2004. 1 p.