

## БУРОВЫЕ РАБОТЫ И ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА СТАНЦИИ ВОСТОК В СЕЗОННЫЙ ПЕРИОД 59-й РАЭ

В сезонный период 59-й Российской антарктической экспедиции на станции Восток было продолжено бурение антарктического ледникового покрова. Буровые работы проводились в новом стволе глубокой скважины 5Г-3, который был забурен в прошлом полевом сезоне в результате отклонения бурового снаряда от первоначальной скважины 5Г-1 во время ее повторной проходки с целью получения керна замерзшей в скважине воды подледникового озера Восток. Планируется, что именно из скважины 5Г-3 будет осуществлено повторное проникновение в подледниковый водоём. В связи с этим в задачи работ 59-й сезонной РАЭ входила подготовка этого проникновения, которая заключалась в углублении скважины до горизонта, находящегося на расстоянии не более 50 м от поверхности озера, и создании условий, обеспечивающих устойчивое состояние ствола скважины.

В период с 6 по 21 декабря 2013 г. в скважине был выполнен комплекс геофизических исследований и подготовительных работ, который включал каверноме-

треона. В общей сложности за 43 дня на поверхность было поднято более 180 м керна озерного льда из интервала глубин 3543,56–3724,42 м. Рейсовый выход керна составил в среднем 2,25 м до глубины 3680 м, 1,80 м в интервале глубин 3680–3705 м и 0,90 м в интервале 3705–3724 м. Заливка фреона F-141b в скважину осуществлялась дважды: 27 декабря 2013 г. в интервал глубин 800–1500 м было доставлено 400 л фреона, 20 января 2014 г. в интервал глубин 1000–1800 м — еще 800 л. Количество фреона, завезенного на станцию в сезон 59-й РАЭ, не хватило для создания высокой плотности заливочной жидкости, которая необходима для компенсации горного давления. По расчетам, разница давлений льда и заливочной жидкости на нижнем участке скважины на момент окончания буровых работ превышала 6 бар. Таким образом, к началу летнего полевого сезона 60-й РАЭ следует ожидать значительного сужения скважины, что потребует выполнения большого объема работ по ее расширению перед возобновлением проходки.

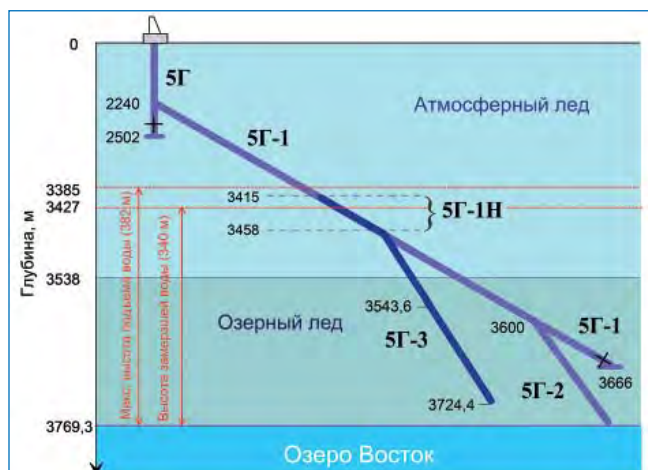


Схема стволів глибокої скважини 5Г на станції Восток після завершення сезонних робіт 59-й РАЭ в лютому 2014 г.

На схемі показано рівень максимального підйому води в скважині сразу після відкриття озера Восток і висота столба води після її остаточного замерзання в скважині. Буріння скважин 5Г-1Н і 5Г-3 в інтервалі глибин 3415–3543,6 м було виконано в сезон 58-й РАЭ. В сезонний період 59-й РАЭ кернаве буріння скважини 5Г-3 було продовжено до глибини 3724,6 м.

трию і інклінометрію скважини, вимірювання температури і тиску заливочної рідини, відбір проб скважинної рідини з метою визначення її щільності і концентрації в ній утяжеляючого (фреон 141b), а також розширення ствола скважини до діаметра 138 мм.

Результати кавернометрії показали суттєве зменшення діаметра скважини (на деяких ділянках до 132 мм, т.е. менше діаметра бурової коронки) з моменту закінчення бурових робіт в сезон 58-й РАЭ. Стільки значительне стиснення скважини було викликане великою різницею тиску льда і заливочної рідини внаслідок недостатньо високої щільності останньої, що підтвердили проведені вимірювання.

Кернаве буріння скважини 5Г почало 22 грудня і продовжувалося впродовж до 2 лютого з невеликими зупинками, пов'язаними з ремонтом наземного бурового обладнання, розширенням скважини і заливкою



Обслуговування снаряда на буровій станції Восток.

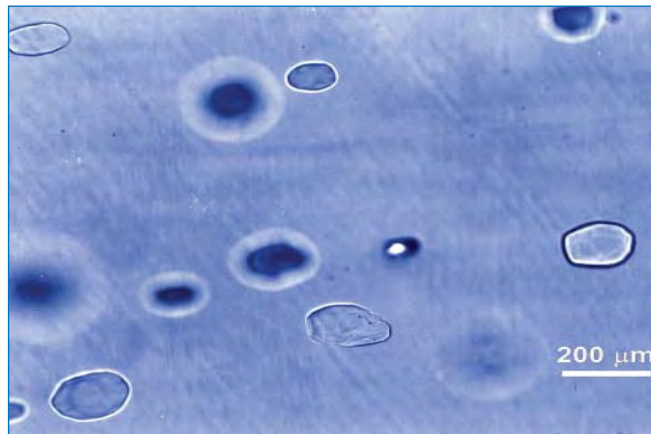
Після зупинки буріння, 3 лютого 2014 г. були виконані повторні вимірювання діаметра і нахилу скважини. Інклінометрія показала поступове зменшення кута нахилу нової скважини 5Г-3 по мірі зростання її глибини: кут відхилення скважини 5Г-3 від вертикалі зменшився з 5° на глибині 3480 м до 3° в призабойній частині скважини.

Паралельно з бурінням скважини в гляціологічних лабораторіях станції Восток проводились детальні структурні дослідження знову піднятого керна озерного льда, вимірювання його електропровідності, відбір проб і зразків льда на газові, ізотопні, хімічні і біологічні аналізи.

Дослідження, виконані по новому керну, дозволили узгодити глибини залегання ідентичних горизонтів в скважинах 5Г-1, 5Г-2 і 5Г-3 і з високою ступенем точності визначити відстань від забору нової скважини 5Г-3 до поверхні озера Восток, яке на момент закінчення полевих робіт становило  $44,9 \pm 0,5$  м. Ця інформація має велике значення для підготовки і виконання повторного контролюваного відкриття озера, запланованого на сезон 60-й РАЭ.



Включения донных осадков озера Восток в керне озерного льда, поднятом с глубины 3607 м из скважины 5Г-3. Снимок сделан со стороны предварительно отполированного торца керна.



Кристаллические включения клатратных гидратов воздуха в шлифе атмосферного льда с глубины 3536 м.

На глубине 3606,9–3607,18 м в новом керне был встречен прослой крупных минеральных включений, представляющих собой донные осадки подледникового озера. Образцы льда с включениями были взяты для проведения детальных минералогических и биологических исследований. Отобранные в ходе полевого сезона образцы и пробы нового ледяного керна были доставлены в Санкт-Петербург на НЭС «Академик Федоров» 16 мая с.г. В настоящее время в ЛИКОС ААНИИ проводятся их изотопные анализы.

Помимо исследований озерного льда, которые проводятся с целью изучения особенностей гидрологического режима подледникового озера Восток, большой интерес в настоящее время представляют попытки извлечения палеоклиматической информации из наиболее древних слоев атмосферного льда, залегающих в районе станции Восток непосредственно над толщей конжеляционного льда, образовавшегося из воды подледникового озера. Ожидается, что исследования древней ледяной породы помогут выяснить причины, которые в середине плейстоцена, примерно 1 млн лет назад, привели к перестройке климатической системы планеты, выразившейся в переходе от 40-тысячелетней периодичности в смене ледниковых и межледниковых эпох к 100-тысячелетней, с более амплитудными и продолжительными климатическими колебаниями. Для первоначального датирования древнейших слоев атмосферного льда на станции Восток был применен оригинальный метод, основанный на использовании математической модели, описывающей явление ро-

ста включений клатратных гидратов воздуха во льду. Результаты выполненных в сезон 59-й РАЭ микроскопических исследований кристаллических включений гидратов воздуха в ледяных шлифах, изготовленных из керна новой скважины 5Г-3, подтвердили, что возраст атмосферного льда в придонных слоях ледника в районе станции Восток может превышать 1,5 млн лет. В ходе полевого сезона были отобраны образцы керна для проверки этой оценки независимыми изотопными методами датирования и измерения концентрации парниковых газов (двуокси углерода и метана) в заключенном во льду воздухе древней атмосферы Земли.

11 января 2014 г. станцию Восток посетила представительная делегация во главе с министром природных ресурсов и экологии России С.Е. Донским. Гости осмотрели объекты станции и посетили буровой комплекс, где стали свидетелями завершения очередного бурового рейса и подъема ледяного керна из скважины. Состоялась обстоятельная беседа С.Е. Донского с полярниками, в ходе которой были затронуты вопросы, касающиеся социальных гарантий специалистов, работающих в Антарктиде, и перспектив продолжения финансирования российских антарктических исследований в рамках новой федеральной целевой программы.

*В.Я. Липенков (ААНИИ),  
Н.И. Васильев (Национальный  
минерально-сырьевой университет «Горный»).*  
Фото В.Я. Липенкова



Министр природных ресурсов и экологии России С.Е.Донской и начальник гляцио-бурового отряда Н.И.Васильев на буровой станции Восток.



Гости Востока вместе с зимовочным и сезонным составом станции. Фото В.А. Морозова.