**А.И.ИВАНОВ**
*Геолого-разведочный факультет,*
*группа НБ-01, ассистент профессора*

# ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ ВО ЛЬДУ

В статье показаны конструкции ручных колонковых шнековых снарядов для бурения снежно-фирновых отложений с полным отбором керна. Проведен анализ экспериментальных данных, полученных в лабораторных и полевых условиях в ходе стендовых исследований процесса резания льда в зависимости от геометрических характеристик резцов буровой коронки.

The article describes different designs of hand-operated auger snow-firn core drills. Experimental data collected in laboratory and in-situ ice cutting were analyzed in relation to characteristics of the cutter geometry.

Одной из важнейших задач при проведении гляциологических исследований поверхностного слоя ледников является получение ненарушенных проб снега и фирна на глубинах до 20 м. С этой целью вручную сооружаются шпуры, из стенок которых берутся пробы, что требует больших физических затрат в тяжелых климатических условиях.

Конструктивным решением этого вопроса является создание ручного шнекового снаряда, позволяющего получать необходимые ненарушенные пробы снега и фирна. Проблема заключается в том, что на холодных ледниках (при глубинах свыше 1,5-2 м) снег состоит из гранул, практически не связанных друг с другом.

В СПГГИ (ТУ) разработаны и изготовлены два типа шнековых снарядов для бурения на леднике.

Различие между ними заключается в том, что первый снаряд (КСШ-112) предназначен, в основном, для бурения льда. Керн извлекается через коронку. Второй снаряд (КСШ-144) предназначен для бурения снега, фирна и льда. Он отличается тем, что керн извлекается через верхний торец при снятой верхней крышке, что позволяет сохранять керны снега в ненарушенном виде. Особенно это актуально для бурения слабосвязных снежных отложений.

Колонковые шнековые буровые снаряды (КСШ) предназначены для бурения скважин во льду с полным отбором керна до глубины 20 м.

Буровой снаряд (рис.1) состоит из трех основных частей:

- колонкового набора;
- ведущей штанги;
- колонны бурильных труб замкового соединения.

При бурении ледяной керн входит в колонковую трубу, а шлам поднимается по шнековой реборде и через окна в переходнике ссыпается внутрь трубы сверху на керн. При подъеме снаряда керн скалывается кернорвателями и вместе со шламом извлекается на поверхность. Максимальная длина бурового рейса 0,5 м.

Отличительной особенностью разработанных буровых снарядов является то, что используется одна шнековая спираль при трехрезцовой коронке. Это позволяет обеспечить надежное транспортирование шлама шнековой спиралью, так как выполняется условие, при котором частицы шлама не скатываются под собственным весом по спирали. Таким образом обеспечивается надежный вынос шлама из призабойной зоны (коэффициент сухого трения льда по стали $f \approx 0{,}15$).

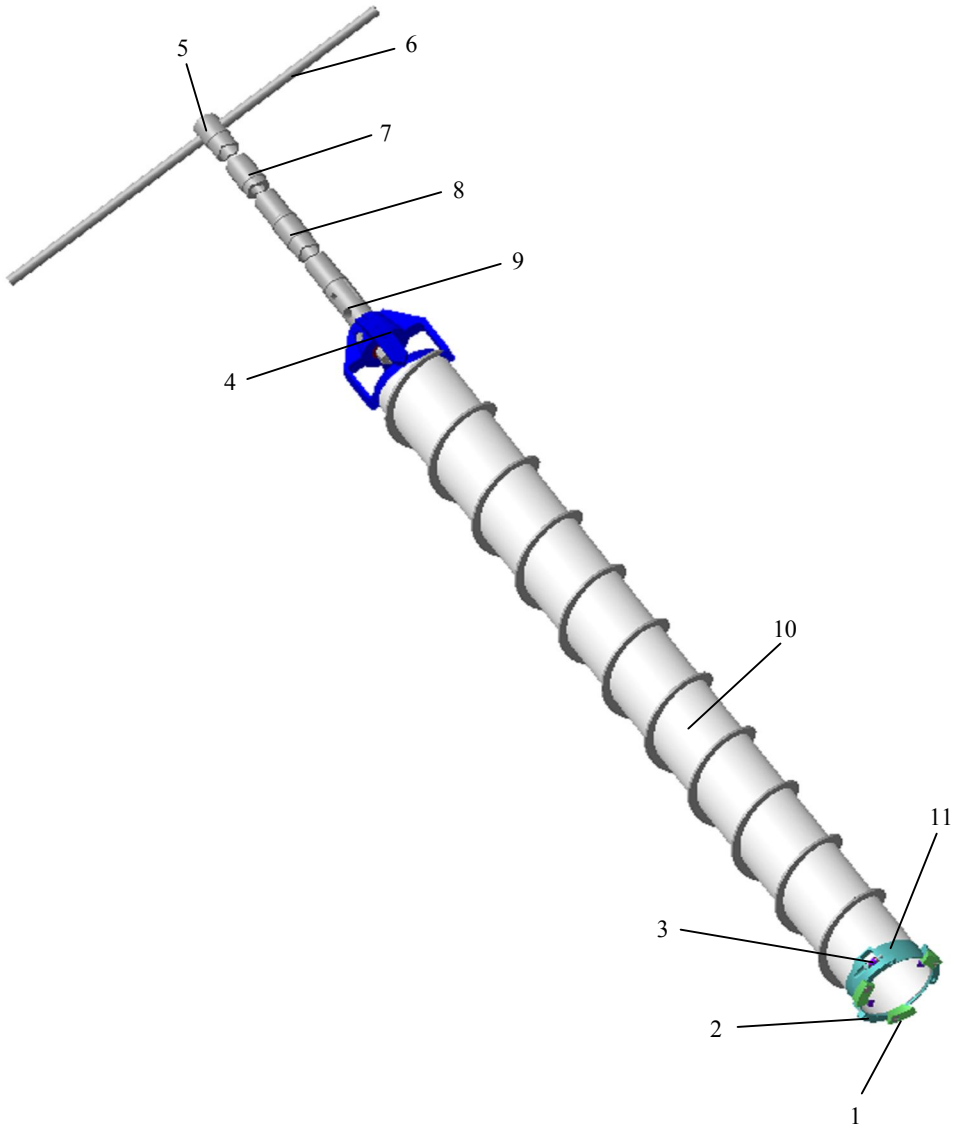



Рис.1. Колонковый шнековый снаряд для ручного бурения
1 – резец; 2 – подпятник; 3 – кернорвательный резец; 4 – крышка; 5 – ведущая штанга; 6 – вороток; 7 – переходник; 8 – бурильная труба; 9 – замок; 10 – колонковая труба; 11 – корпус воронки

Так как бурение ведется вручную, то одним из условий успешной работы со снарядом также является минимизация усилий. Поэтому были проведены опыты с целью определения зависимости энергоемкости процесса резания от геометрических характеристик резцов (переднего угла $\alpha$) при различных скоростях подачи.

Один из первых выводов, сделанный по результатам бурения, – отсутствие осевой нагрузки при острых резцах во всем исследованном диапазоне изменения факторов. В связи с этим при работе со снарядом необходимо ограничивать глубины внедрения резца в породу, чтобы контролировать скорость бурения. Для этого в конструкцию коронки вводят специальные башмаки (ограничители внедрения резцов), на которые опирается снаряд. Эти башмаки не дают внедриться резцу на бóльшую, чем необходимо, глубину.

При введении этого конструктивного решения, отпадает необходимость в сложном поверхностном оборудовании, которое

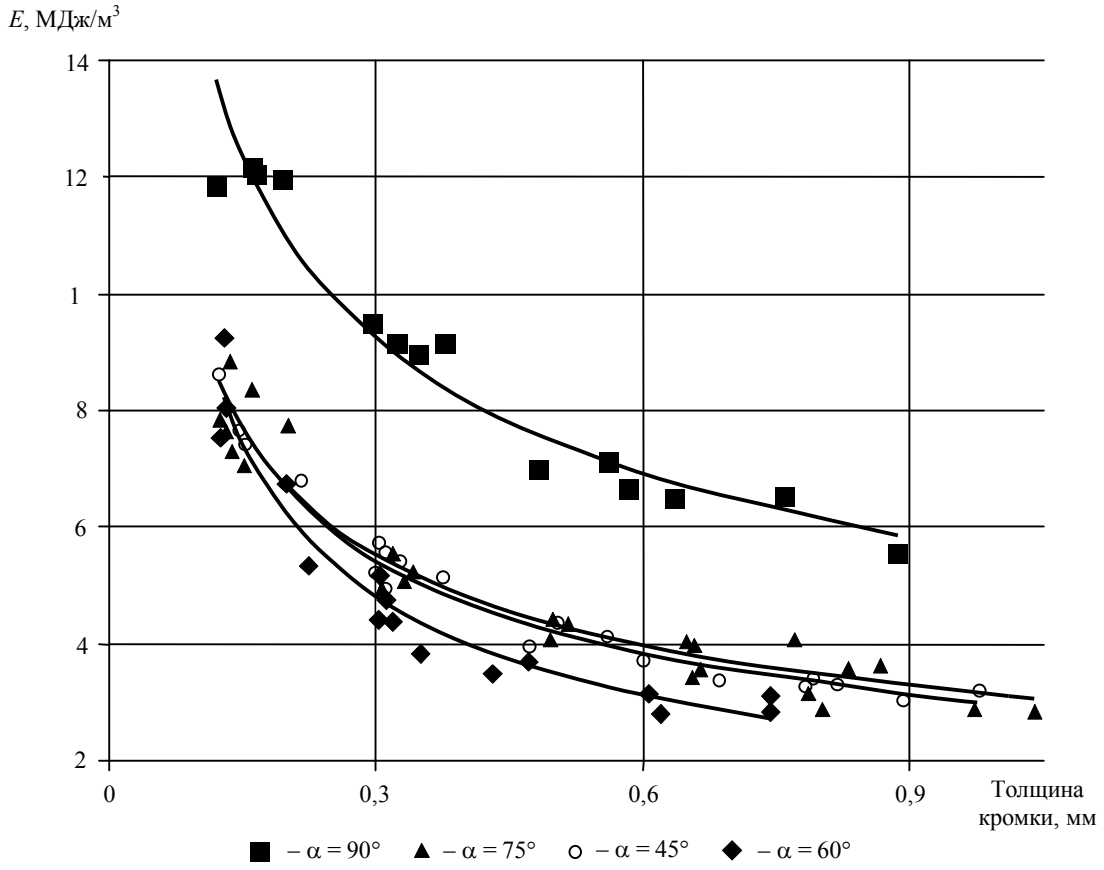



Рис.2. Зависимость изменения удельной энергии разрушения льда *E* от глубины внедрения резца

регулирует подачу инструмента на забой, что важно при ручном бурении.

Крутящий момент на коронке при постоянной механической скорости бурения при увеличении переднего угла $\alpha$ от 30 до 45° возрастает, затем уменьшается и при $\alpha = 60°$ имеет минимум, а после 75° резко возрастает.

Качество керна в процессе всех экспериментов хорошее. Керн правильной цилиндрической формы, разница между внутренним диаметром коронки и керна во всех экспериментах не превышала 0,5 мм.

Полученные результаты показывают (рис.2), что рациональная область значений переднего угла резания находится в диапазоне 60-75°. Кроме того, обеспечивается низкая энергоемкость процесса и высокая прочность и стойкость режущей кромки.

В настоящее время успешно используются на практике два шнековых снаряда КСШ-112, которые были изготовлены для ГУ ААНИИ и Института почвоведения РАН. В институте географии РАН успешно используется снаряд КСШ-144. В этом году проведены испытания второго экземпляра этого снаряда во время сезонных работ на станции «Восток» в Антарктиде.

После анализа результатов бурения будет продолжена модернизация этого снаряда с целью получения ненарушенных кернов слабосвязных снежных отложений.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Н.И.Васильев*