Н.И.ВАСИЛЬЕВ, В.М.ЗУБКОВ
Санкт-Петербургский горный институт,
Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ЛЬДА

Для проходки «сухих» скважин в снежно-фирновых и ледовых толщах на кафедре технологии и техники бурения скважин СПГГИ (ТУ) разрабатывается технология механического бурения с обратной призабойной циркуляцией воздуха для выноса шлама. Электромеханический буровой снаряд для бурения с призабойной продувкой воздухом аналогичен ранее разработанному буровому снаряду КЭМС-112* для бурения глубоких скважин, заполненных заливочной жидкостью.

---

* *Kudryashov B.B.* KEMS-112 electromechanical ice core drill / B.B.Kudryashov, N.I.Vasiliev, P.G.Talalay // Proceedings of a Fourth International Workshop on Ice Drilling Technology, Tokyo, April 20-23, 1993, edited by Okitsugu Watanabe. Tokyo, Met. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 49, 138-152.

Для определения оптимального сочетания основных параметров бурения были проведены экспериментальные исследования процесса резания льда с призабойной циркуляцией воздуха на специальном стенде, имитирующем условия работы снаряда в скважине. Подобные экспериментальные исследования проводились для исследования процесса резания с заливочной жидкостью при постоянной скорости вращения буровой коронки*.

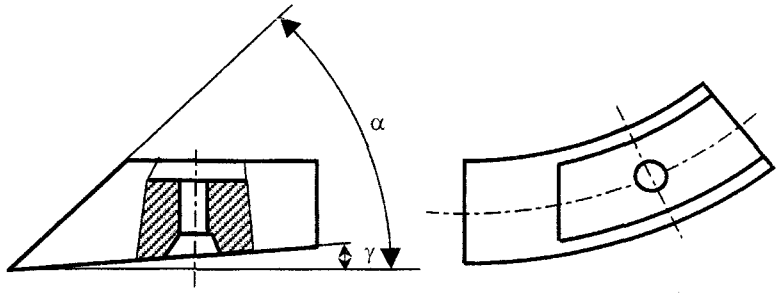


Рис.1. Резец буровой коронки

Согласно разработанной методике, в выбранном диапазоне механических скоростей бурения (от 2 до 20 м/ч) был поставлен полный факторный эксперимент для определения зависимости момента на коронке M, осевой нагрузки на забой P и энергетических затрат при разрушении льда E от геометрических характеристик коронок и скорости вращения. Для экспериментов был использован электромеханический буровой снаряд с укороченной колонковой трубой и коротким шламосборным фильтром. Распорное устройство было заменено на специальные направляющие.

В экспериментах использована трехрезцовая буровая коронка со сменными резцами. Применялись резцы (рис.1) с передними углами 30, 45, 60, 75, 90° и обратным углом 5°. Наружный диаметр коронки 112 мм, внутренний – 87 мм. Опытное бурение проводилось при частоте вращения колонковой трубы 71,5; 95,3; 119,5; 143 и 239 об/мин. Соответственно скорости резания по средней линии резцов 0,75; 0,99; 1,25; 1,49 и 2,49 м/с. Средняя проходка за рейс 0,55 м. Всего было сделано 89 рейсов с продувкой воздухом и 79 рейсов с заливочной жидкостью для определения ее влияния на процесс бурения. Образцы для экспериментального бурения изготавливались по специальной технологии для получения однородного льда, близкого по физическим свойствам к природному материковому льду.

Стенд (рис.2) состоит из модели ствола скважины 5, соединенной посредством болтового соединения 3 с моделью забойной зоны 2, в которой наморожен блок льда или мерзлой породы. В верхней части модели ствола скважины 5 имеются продольные пазы 9, в которые входят опоры 10, жестко укрепленные в корпусе модели буро-

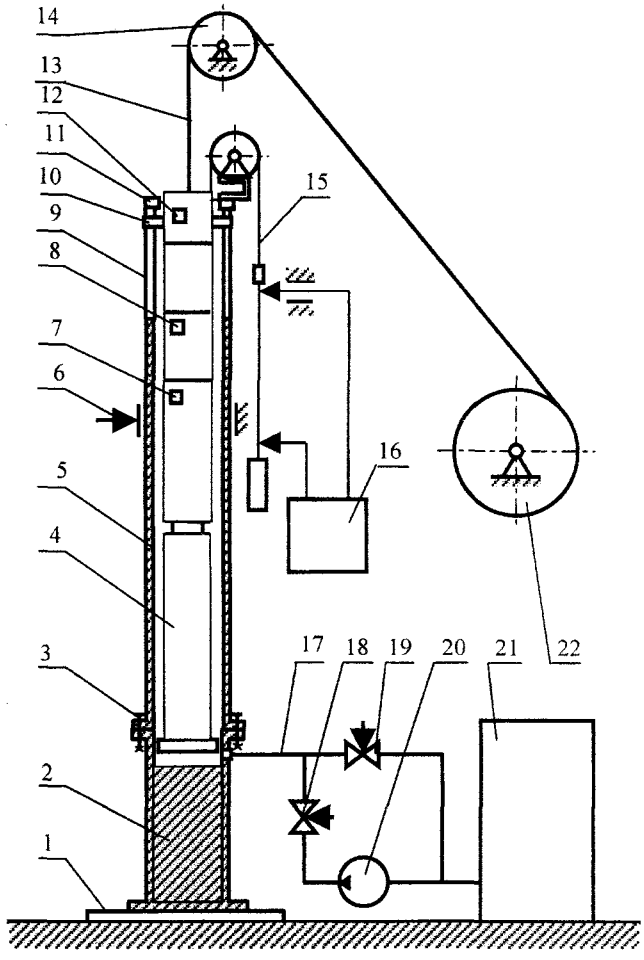


Рис.2. Схема экспериментального стенда

* *Vasiliev N.I.* Investigation of the ice cutting process by the rotarydrill / N.I.Vasiliev, P.G.Talalay // Proceedings of a Fourth International Workshop on Ice Drilling Technology, Tokyo, April 20-23, 1993, edited by Okitsugu Watanabe. Tokyo, Met. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 49, 132-137.

кость остается практически постоянной и равной примерно 3 МДж/м^3 практически во всем диапазоне изменения переднего угла резания.

Интересна зависимость удельной энергии разрушения от скорости резания (частоты вращения буровой коронки). При бурении как с воздухом, так и с керосином имеется явно выраженный минимум удельной энергии разрушения при скорости резания около 0,55 м/с, причем при малых скоростях бурения это становится более очевидным.

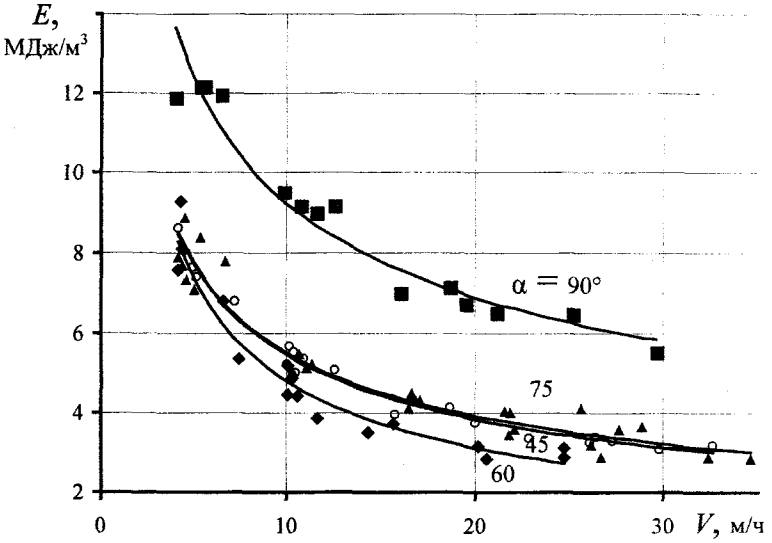


Рис.3. Зависимости удельной энергии резания льда E от скорости бурения V (промывка керосином, ω = 239 об/мин)

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

Полученные результаты совпадают с результатами ранее проведенных опытов и позволяют сделать следующие выводы:

- рациональная область значений переднего угла резания находится в диапазоне 50-75°. При этом обеспечивается низкая энергоемкость процесса и высокая прочность и стойкость режущей кромки;
- рациональная область изменения механической скорости бурения $V_м$ для минимизации энергозатрат находится в диапазоне от 10 до 20 м/ч.
- рациональная область значений скорости резания от 0,6 до 1 м/с, что при диаметре коронки 100 мм соответствует частоте вращения коронки от 100 до 200 об/мин.