Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXVI, 1981 г.

УДК 622.24.026

УСТОЙЧИВОСТЬ СТВОЛА СКВАЖИНЫ ПРИ БУРЕНИИ В ЛЕДОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

В.М.ПАШКЕВИЧ

Проблема устойчивости ствола скважины занимает важное место в решении задачи повышения эффективности бурения в сложных геологических условиях, определяемых в основном прочностными и реологическими характеристиками горных пород, степенью их напряженности, температурным режимом и т.д.

Особое место среди горных пород занимает лед, реологические свойства которого проявляются постоянно при любой нагрузке, а основные прочностные показатели и скорость деформации в значительной степени зависят от его напряженного состояния и температуры.

Экспериментальные данные свидетельствуют о существенном росте осложнений в процессе проходки скважин в ледниках и ледниковых покровах с увеличением глубины бурения. Это объясняется, прежде всего, заметным проявлением реологических свойств льда на стенках скважины с увеличением разности горного и гидростатического давлений, длительностью действия напряжений, повышением температуры, а также физико-химическим воздействием среды, заполняющей скважину.

Осложнения, вызванные уменьшением диаметра скважины, являются причиной затяжек и прихватов бурового снаряда во время спуско-подъемных операций, периодического разбуривания призабойной зоны, особенно после длительного перерыва в бурении.

Существенное влияние на степень проявления реологии льда в скважине оказывает температурный режим ледника. В низкотемпературной ледовой толще Центральной Антарктиды на станции Восток (-54 °С) осложнения при бурении „сухих" (незалитых) скважин начали проявляться с глубины ~500 м, в то время как в условиях более теплого ледника Вавилова на арх.Северная Земля (-10 °С) осложнения отмечались уже с глубины ~200 м[x].

[x] *Кудряшов Б.Б., Чистяков В.К., Бобин Н.Е.* Бурение скважин тепловым способом в ледниковом покрове Антарктиды. Обзор. Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. М., изд. ВИЭМС, 1977.

Для предотвращения осложнений глубокие скважины в ледовых толщах бурятся с использованием специальных низкотемпературных буровых растворов в условиях равновесия между горным и гидростатическим давлением на стенки скважины.

В непосредственной близости от контакта „лед - подледниковые породы" гидростатическое давление, развиваемое столбом раствора в скважине, должно быть близким к горному давлению от вышележащей толщи ледовых отложений. Несоблюдение этого условия влечет или гидроразрыв пласта, что связано с потерями бурового раствора, или прорыв в скважину воды из подледникового слоя. Последнее обстоятельство может явиться причиной осложнений аварийного характера, как,например,при бурении на стенции Бэрд (Западная Антарктида)[x].

В практике бурения скважин в мерзлых породах и ледовых отложениях используются специальные глинистые и неглинистые буровые растворы на солевой основе, газо-жидкостные (в том числе пенные) буровые растворы, чистые химические растворы (спирта, этиленгликоля и т.п.), растворы на углеводородной основе и др.

Суровые климатические условия в районе станции Восток предъявляют к буровым растворам особые требования: достаточная плотность, небольшая вязкость при низких отрицательных температурах, стабильность, температура кристаллизации не выше -60 °С, минимальное химическое взаимодействие со льдом, отсутствие коррозионного воздействия на буровой снаряд и грузонесущий кабель, способность к легкому разделению с водой и ледовым шламом.

Кроме того, низкотемпературные буровые растворы должны отвечать требованиям техники безопасности, промсанитарии и экономики, т.е. быть взрыво- и пожаробезопасными, малотоксичными, легкодоступными и недорогими, удобными для транспортирования и хранения.

По результатам исследований, проведенных отделом антарктических исследований проблемной лаборатории горной теплофизики Ленинградского горного института, в качестве основы для такого бурового раствора предложено авиационное топливо ТС-I плотностью 0,78 г/см^3, а в качестве утяжелителя - фреон II плотностью I,46 г/см^3. Данный раствор обладает качествами, перечисленными выше: хорошей стабильностью при рабочей плотности 0,92 г/см^3 в широком диапазоне температур (от -50 до +20 °С), незначительной кинематической вязкостью (2-4 сСт), практически неактивен по отношению ко льду, пожаробезопасен, нетоксичен, легкодоступен и т.д.

Для уточнения условий длительной устойчивости льда на стенках глубоких скважин, помимо изучения закономерностей распределения деформаций и скорости деформации стенок по глубине на основе математического анализа реологической модели льда, предпринята попытка экспериментального изучения устойчивости приствольной зоны скважины под влиянием различных

---

[x] Кудряшов Б.Б., Чистяков В.К., Бобин Н.Е. Бурение скважин тепловым способом в ледниковом покрове Антарктиды. Обзор. Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства. М., изд. ВИЭМС, 1977.

факторов на ее модели в условиях всестороннего сжатия[x]. Теоретические и экспериментальные исследования позволят обосновать выбор эффективной технологии бурения глубоких скважин в ледниковом покрове Антарктиды до подледниковых пород с помощью термобуровых колонковых снарядов на грузонесущем кабеле.

---

[x] Чистяков В.К., Пашкевич В.М. Экспериментальный стенд для исследования устойчивости ствола скважины при бурении в ледниковом покрове. – Записки ЛГИ, 1976, т.71, вып.2.