

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ ПРИ БУРЕНИИ В ЛЕДНИКОВОМ ПОКРОВЕ

В.К.ЧИСТЯКОВ, В.М.ПАШКЕВИЧ

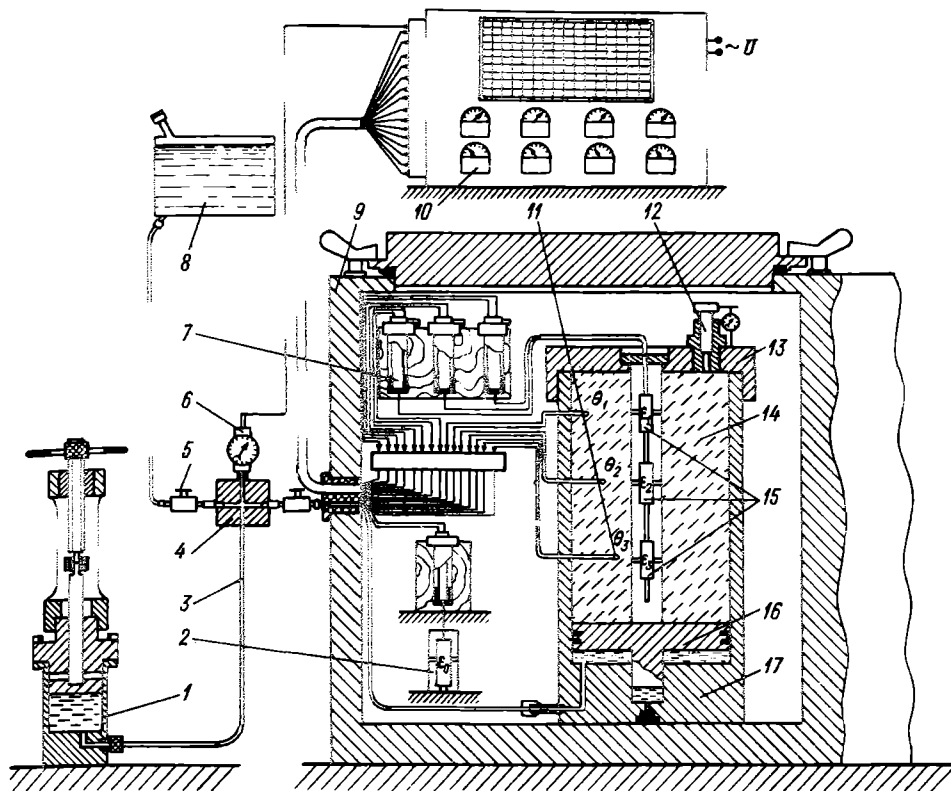
С увеличением глубин бурения проходка скважин в ледниковом покрове резко осложняется, так как непрерывно сужается ствол вследствие ползучести льда в условиях возрастания горного давления и температуры. Так, при глубоком бурении на станции Восток в Антарктиде ползучесть льда стала проявляться с глубины 500 м при температуре льда -53°C . Проходка скважины в интервале 700–1000 м потребовала существенных затрат времени на проработку призабойной зоны при каждом спуске снаряда. Кроме того, даже незначительный перерыв в бурении приводил к необходимости разбуривать призабойную часть ствола скважины, причем величина разбуриваемого интервала находилась в прямой зависимости от времени простоя скважины.

Одной из основных задач дальнейшего совершенствования технологии бурения глубоких скважин в Антарктиде с целью преодоления тысячеметровых толщ льда и внедрения в подледниковые породы является изучение закономерностей проявления реологических свойств ледниковых толщ, составляющих стенки скважин, и условий, обеспечивающих устойчивость приствольной зоны скважины на всех этапах ее сооружения и использования для проведения комплексных исследований окружающего ледяного массива.

Для решения этих задач в проблемной научно-исследовательской лаборатории горной теплофизики ЛТИ разработан экспериментальный стенд (см. рисунок) СР-МПС-100 (стенд реологический для моделирования приствольной части скважины с максимальным гидростатическим давлением 100 кгс/см²). Стенд состоит из гидравлической системы, включающей мультипликатор I, распределитель 4 с манометром 6 и вентилями 5, соединительные трубопроводы 3 и нагрузочный цилиндр I7; системы термодатчиков II; эталонной системы измеряемой деформации 2; блока регистрации измеряемых параметров I0; прибора контроля механических свойств льда I2.

Для проведения исследований в условиях низких отрицательных температур (от 0 до -60°C) используется специальная холодильная камера 9.

Мультипликатор I служит для поддержания в гидравлической системе заданного давления и состоит из цилиндра, в котором перемещается поршень. Уплотнение поршня в цилиндре обеспечивается резиновыми кольцами. Переме-



Принципиальная схема стенда СР-МРС-100

шение поршня и сжатие гидравлической жидкости в системе обеспечивается винтовой подачей штока, смонтированного в корпусе мультипликатора.

Нагрузочный цилиндр 17 служит для создания объемного напряженного состояния в испытуемом блоке льда и представляет собой толстостенный корпус, в нижней части которого установлен поршень 16 с уплотняющими резиновыми кольцами. На верхнюю часть корпуса навинчивается крышка 13, на которой имеются два специальных отверстия. В центральном отверстии устанавливаются калибровочные втулки системы измерения деформаций 15, предназначенные для центрирования образующих (диаметром 20; 30; 40 мм) при формировании отверстия (модели скважины) в блоке льда. Отверстие, смещенное от центра, служит для установки прибора контроля механических свойств льда 12. Механические характеристики снимают, вдавливая стержень прибора под действием определенной нагрузки и измеряя глубину его внедрения в блок льда.

Давление в системе создается и поддерживается сжимаемой в мультипликаторе жидкостью, которая через магистральный трубопровод 3 и распределитель 4 поступает под поршень 16 нагрузочного цилиндра 17 и обеспечивает необходимую величину нагрузок на блок льда 14. Давление в системе контролируется с помощью манометра 6. Система заполняется жидкостью из резервуара 8 через распределитель 4.

Техническая характеристика гидравлической системы стенда:

Максимальное давление, развиваемое мультипликатором, кгс/см ²	100
Внутренний диаметр мультипликатора (диаметр поршня), мм	100
Ход поршня мультипликатора, мм	50
Внутренний диаметр нагрузочной камеры (диаметр поршня), мм	300
Ход поршня нагрузочной камеры, мм	40
Габариты испытуемого образца, мм:	
высота	До 460
диаметр	До 306
Предел задаваемых и поддерживаемых постоянно сжимающих напряжений в образце, кгс/см ²	От 0 до 100
Емкость резервного бака гидравлической жидкости, л	20
Вес стенда, кгс	~150

Гидравлическая система стенда заполняется авиационным топливом ТС-1 (ГОСТ 10227-62).

Система термодатчиков состоит из хромель-капельных термопар II, вмонтированных в испытуемый блок льда I4, и такой же термопары, укрепляемой на эталонной системе измеряемой деформации 2. Выводы термопар подключаются к блоку регистрации параметров IO.

Система измерения деформаций состоит из трех датчиков I5, устанавливаемых в модели скважины, пройденной в блоке льда, одного датчика, устанавливаемого в эталонной системе измеряемой деформации 2, и преобразователей деформаций 7.

Система датчик-преобразователь представляет собой замкнутый объем соединенных между собой трубкой малого сечения двух элементов, заполненный низкотемпературной жидкостью (спирт, керосин и др.). Упоры при сжатии изменяют объем полости, ограниченной диафрагмой, и часть жидкости по трубке поступает в полость преобразователя, изменяя в нем уровень жидкости. Преобразователь деформации представляет собой конденсатор, обкладками которого являются корпус и втулка. Изменение уровня жидкости в зазоре между корпусом и втулкой вызывает изменение емкости преобразователя и снимаемого с него электрического сигнала. Выводы с преобразователя подключаются к блоку регистрации.

Эталонная система измеряемой деформации учитывает изменения во времени и в диапазоне рабочих отрицательных температур постоянной датчиков деформации и состоит из калиброванной трубки с вставленным в нее датчиком деформации и термопарой. Датчик деформации соединен с преобразователем. Выводы с преобразователя и термопары подключаются к блоку регистрации.

Блок регистрации параметров состоит из ряда самопишущих приборов, в качестве которых используются многоканальные потенциометры марки КСП-4 и ЭШ-09.

Точность измерения давления жидкости в гидравлической системе, температуры и величины деформации составляет соответственно 1 кгс/см², -1°C и 0,001 мм.

Температурный режим испытаний обеспечивается холодильной фреоновой установкой марки HCL250/70 (Чехословакия) с полуавтоматическим управлением. Установка обеспечивает холодопроизводительность 15 тыс. ккал/ч и нижний предел температуры в холодильной камере до -70°C .

В холодильной камере размером 1000 x 380 x 630 мм помещается нагруженный цилиндр I7 с системой термодатчиков II, системой измерения деформаций I5, эталонной системой измеряемой деформации 2 и прибором контроля механических свойств льда I2.

Блок мультипликатора, смонтированный в специальном столе, и блок регистрации измеряемых параметров IO устанавливаются рядом с камерой, что в сочетании с записью контролируемых параметров на самопишущие приборы обеспечивает постоянный контроль за ходом опыта.