

УДК 622.276.652

## Способ спуска оптоволоконного кабеля в паронагнетательную скважину с использованием колтюбинговых технологий

## Method of Lower Fiber Optic Cable into Steam Injection Well Based on CT Technologies

М.И. Амерханов, к. т. н., Э.П. Васильев, В.В. Шестернин, А.Н. Береговой, к. т. н.,  
И.И. Гирфанов, институт «ТатНИПИнефть» ОАО «Татнефть»

M. Amerkhanov, E. Vasilyev, V. Shesternin, A. Beregovoy, I. Girfanov

### АННОТАЦИЯ

В институте «ТатНИПИнефть» разработана технология ремонтно-изоляционных работ для ликвидации пескопроявлений с использованием фенолформальдегидной смолы. В статье описан технологический процесс технологии, приведены результаты модельных испытаний. Данная технология прошла приемочные испытания в ОАО «Татнефть» и рекомендуется к промышленному внедрению.

**Ключевые слова:** колтюбинговые технологии, сверхвязкая нефть, битумы, парогравитационное воздействие на пласт, оптоволоконный кабель.

### ABSTRACT

Tatar Oil Research and Design Institute developed a technology of remedial cementing for elimination of sand with phenol formaldehyde resin. The article explains the technological process and results of modern tests. This technology underwent inspection tests in Tatneft OJSC and is recommended for industrial application.

**Keywords:** coiled tubing technologies, superviscos oil, bitumen, steam gravitation treatment on the formation.

Разработка залежей сверхвязкой нефти сопряжена с поиском и внедрением новых эффективных технологий, для реализации которых компания «Татнефть» активно использует различные передовые технологии, в том числе колтюбинговые.

Значительные мировые запасы углеводородов сосредоточены в залежах тя-

желой нефти. Сегодня на их долю приходится около 23% от общей добычи нефти в РФ. Российские запасы тяжелой нефти и природных битумов оцениваются в 6–7 млрд т. Республика Татарстан обладает большими запасами сверхвязкой нефти, которые составляют, по разным оценкам, более 1,5 млрд т, и является ведущим регионом по разработке этого вида сырья.



В настоящее время сверхвязкая нефть является значительным ресурсным активом ОАО «Татнефть», и компания проявляет пристальный интерес к развитию технологий разработки месторождений сверхвязкой нефти и битумов для расширения своей сырьевой базы.

В компании «Татнефть» залежи сверхвязкой нефти разрабатываются с применением технологии парогравитационного воздействия на пласт. Неотъемлемой частью парогравитационного воздействия (ПГВ) является контроль самого процесса ПГВ с определением распределения температуры по стволу скважины для обеспечения равномерности прогрева межскважинной зоны и создания паровой камеры.

Для решения задачи контроля и анализа прогрева пласта используются системы распределенного мониторинга температурного поля протяженного объекта, состоящие из оптоволоконного датчика температуры и рабочей станции. Данные системы позволяют измерять температуру по всей длине ствола скважины.

Для получения необходимых данных нужно разместить по всей длине скважины оптоволоконный кабель. При спуске кабеля возникает ряд трудностей, заключающихся в том, что возможно самопроизвольное и неконтролируемое скручивание оптоволоконного кабеля в скважине в процессе его спуска (разматывания с барабана) в скважину, при этом возможно недохождение кабеля до забоя, искажение данных о температурном распределении по длине скважины. Также необходимо отметить, что защита кабеля не обеспечивает механическую защиту оптического волокна вследствие трения в наклонных и горизонтальных скважинах, что приводит к невозможности гарантированного спуска кабеля до забоя.

Специалистами института «ТатНИПИ-

нефть» ОАО «Татнефть» было разработано решение по спуску оптоволоконного кабеля с применением колтюбинговых технологий (патент РФ № 2490421), широко используемых в компании, которое позволяет избежать описанных проблем.

Суть решения заключается в том, что перед спуском оптоволоконного кабеля в паронагнетательную скважину его размещают в колонне гибких труб (ГТ), которую наматывают на транспортный барабан, оснащенный трубной обвязкой для подачи жидкости внутрь колонны ГТ, спускают колонну ГТ в межколонное пространство скважины путем вращения транспортного барабана на длину скважины от устья до забоя, подачей жидкости под давлением внутрь колонны ГТ вытягивают колонну ГТ с оптоволоконным кабелем по всей длине скважины.

Схематичное изображение предлагаемого способа представлено на рис. 1.

У устья скважины 1 размещают капиллярную колтюбинговую установку (ККУ) 5, на транспортный барабан которой намотана колонна ГТ 3 с концентрично размещенным в ней оптоволоконным кабелем 2 и наконечником 4 (рис. 2, 3) на нижнем конце. В качестве ГТ 3 может быть использована гибкая труба, например, диаметром 25,4 мм и толщиной стенки 2 мм, что позволяет производить фиксацию температурного распределения при воздействии на призабойную зону скважин паром при высокой температуре до 350 °С и давлении до 17 МПа. Опытным путем установлено, что толщины стенки ГТ 3 в 2 мм достаточно для исключения механического повреждения при проведении спуска оптоволоконного кабеля 2 в паронагнетательную скважину 1.

Через отверстие 6 в планшайбе 7, расположенной на опорном фланце 7' устья 9, пропускают в межколонное пространство 8 скважины 1 колонну ГТ 3. Вращением транспортного барабана ККУ 5 (без



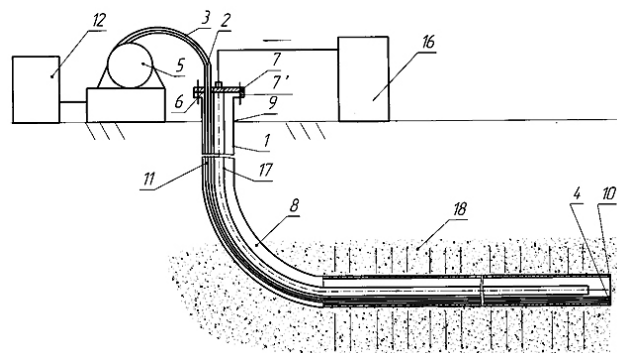
применения инжектора) спускают колонну ГТЗ на длину ствола скважины 1 от ее устья 9 до забоя 10.

Далее через трубную обвязку ККУ 5 с помощью насоса, например, цементировочным агрегатом ЦА-320, осуществляют подачу жидкости под давлением внутрь колонны ГТЗ (рис. 1). В качестве жидкости используют, например, пресную воду плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Также спуск оптоволоконного кабеля этим способом можно осуществить в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах, так как есть возможность вытягивания колонны ГТЗ в скважине 1.

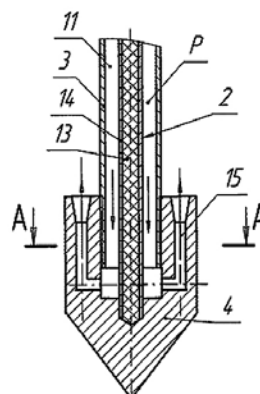
Затем поднимают давление во внутреннем пространстве 11 колонны ГТЗ с волоконно-оптическим кабелем 2. Под действием давления жидкости внутри колонны ГТЗ происходит вытягивание колонны ГТЗ с оптоволоконным кабелем 2 по всей длине скважины 1.

Далее с помощью оптоволоконного кабеля 2 производят измерение температурного распределения по всему стволу скважины 1 от забоя 10 до устья 9 и осуществляют передачу данных с транспортного барабана ККУ 5 по беспроводной связи в кабину оператора ККУ 5, на аппаратуру 12, снабженную системой кодирования и декодирования, а также специализированным программным обеспечением, использующимся для получения, отображения, наблюдения и записи в реальном времени распределения температуры по стволу скважины 1.

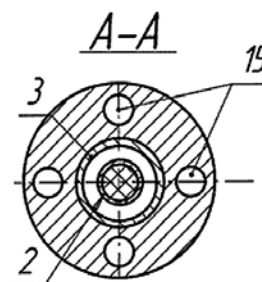
Предлагаемый способ обеспечивает надежный спуск оптоволоконного кабеля в скважину с помощью гибких труб, гарантирует размещение оптоволоконного кабеля от устья до забоя скважины, в том числе в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах, обеспечивает точность фиксации температурного распределения относительно ствола скважины.



**Рисунок 1 – Схема размещения оптоволоконного кабеля с помощью гибкой трубы в горизонтальной скважине**



**Рисунок 2 – Наконечник, наворачиваемый на нижний конец гибких труб**



**Рисунок 3 – Разрез наконечника и оптоволоконного кабеля с гибкой трубой**

Кроме того, предлагаемое устройство обеспечивает долговременную эксплуатацию оптоволоконного кабеля за счет исключения как механического повреждения оптоволоконного кабеля или его обрыва во время его спуска в скважину, так и прямого контакта оптоволоконного кабеля со стенками колонн скважины в процессе измерения в ней температурного распределения. ■