

# О ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ РЕМОНТА СКВАЖИН С ПОМОЩЬЮ КОЛТЮБИНГОВЫХ УСТАНОВОК\*

## ADVANCED WELL SERVICING TECHNOLOGIES WITH THE USE OF COILED TUBING\*

С.А. АГЕЕВ, генеральный директор ЗАО «НТЦ КРС»; В.П. КРАУЗЕ, начальник отдела ООО «ЭРИЭЛ Нефтегазсервис»;  
Г.А. КИРЯКОВ, к.т.н., главный технолог ЗАО «НТЦ КРС»

S.A. AGEYEV, Director General of Well Workover Research and Technical Centre; V.P. KRAUZE, Chief of Department, ERIELL  
Neftegazservice; G.A. KIRYAKOV, PhD in Technical Science, Chief Process Engineer of Well Workover Research and Technical Centre

Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр капитального ремонта скважин» (ЗАО «НТЦ КРС») является сервисной компанией, которая специализируется в области ремонта скважин и осуществляет свою деятельность на месторождениях Западной Сибири, расположенных на севере Тюменской области, преимущественно на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Для продления срока работы добывающих скважин путем повышения эффективности и качества ремонта компания уделяет особое внимание разработке и внедрению передовых технологий и технических средств.

Одно из стратегических направлений ЗАО «НТЦ КРС» в области ремонта скважин – это применение колтюбинговых установок и современных передовых технологий, обеспечивающих расширение технологических возможностей и разнообразие предоставляемых услуг компанией. Колтюбинговые технологии дают возможность получить доступ в горизонтальные и боковые стволы скважин и выполнить их ремонт без глушения, то есть дают возможность проводить многие технологические операции, недоступные традиционным методам.

Мировой опыт применения колонны гибких труб (КГТ) неоднократно подтвердил преимущества использования колтюбинговых технологий.

1. В исследовании скважин:
  - обеспечение возможности доставки приборов в любую точку горизонтальной скважины;
  - существенное повышение качества выполнения работ и достоверность получаемой информации.
2. При выполнении подземных ремонтов:
  - отсутствие необходимости глушения скважины

Closed Joint Stock Company “Well Workover Research and Technical Centre” is a service company that specializes in well workover and servicing, and operates at the Western Siberian fields located in the North of Tyumen Oblast, mainly on the territory of Yamal-Nenets Autonomous Okrug. The company pays special attention to development and introduction of advanced technologies and equipment in order to improve the efficiency and quality of workover operations that will result in increased lifetime of production wells.

Usage of coiled tubing units and state-of-the-art technologies ensuring wider technological capabilities and provision of a wider range of services – this is the company’s strategic goal in the area of well workover. Coiled tubing technologies allow accessing horizontal wells and sidetracks and performing workover operations without well kill; it means that CT offers an opportunity to perform a number of jobs that are not possible with conventional technologies.

Global experience of CT application confirmed its advantages in many areas:

1. Well surveying:
  - possibility to convey tools to any part of a horizontal well;
  - considerable improvement in the quality of work and accuracy of data obtained.
2. Well servicing:
  - no need to kill the well and, consequently, the ability to preserve porosity and permeability properties of the productive formation in the bottomhole area;
  - no need to couple (uncouple) jointed tubes and, consequently, reduction in tripping time;
  - no contamination of the environment with process or formation fluids.

\*Статья предоставлена ЗАО «НТЦ КРС». / The article provided by Closed Joint Stock Company “Well Workover Research and Technical Centre”.

- и, как одно из следствий, сохранение коллекторских свойств продуктивного пласта в призабойной зоне скважины;
- сокращение времени проведения спуско-подъемных операций (СПО) за счет исключения свинчивания (развинчивания) резьбовых соединений колонны труб;
- исключение загрязнения окружающей среды технологической и пластовой жидкостями.

### 3. При проведении буровых работ:

- исключение возникновения ситуаций, связанных с внезапными выбросами, открытым фонтанированием;
- получение возможности произвести вскрытие продуктивного пласта на депрессии без глушения скважин и увеличение их дебита в 3–5 раз;

Как показывает практика, в целом производительность труда от применения колтюбинговых установок и технологий повышается в 2–8 раз, а также отмечается снижение себестоимости работ на очень большом цикле операций.

ЗАО «НТЦ КРС» для эффективного ремонта скважин располагает необходимыми ресурсами:

- высококвалифицированным персоналом;
- широким спектром высокоэффективных технологий;
- современным оборудованием и инструментом отечественного и зарубежного производства;
- кроме того, компания сотрудничает с инженерно-техническими центрами и аккредитованными лабораториями в Краснодаре и Москве, что позволяет внедрять и брать на вооружение самые передовые технологии в данной области.

На сегодняшний день ЗАО «НТЦ КРС» имеет возможность выполнять следующие виды работ:

1. Изоляцию водопритока скважин.
2. Установку цементного моста.
3. Извлечение из незаглушенной скважины посторонних предметов (скребковая проволока, геофизические приборы и т.д.).
4. Ликвидацию отложений парафина, гидратных и песчаных пробок в НКТ.
5. Растепление скважин.
6. Промывку песчаной пробки.
7. Улучшение приемистости поглощающих скважин.
8. Восстановление искусственного забоя и др.

Использование колтюбинговых установок совместно с азотным комплексом позволяет проводить освоение скважин пенными системами, снижать уровень жидкости до необходимой глубины, продувать скважины газообразным азотом.

В ближайшей перспективе планируется расширить перечень работ, проводимых с применением колтюбинговых установок, в том числе по следующим направлениям.

1. Ремонт скважин и интенсификация притока: ▶



**Рисунок 1 – Ловильные работы в незаглушенной скважине с применением колтюбинговой установки МК30Т-10**

**Figure 1 – Fishing operations without well kill with the use of MK30T-10 coiled tubing unit**

### 3. Well drilling:

- no blowouts or uncontrolled open flowing;
- possibility of underbalanced drilling without well kill and 3–5 times increase in well flow rate;

Experience has proven that the use of coiled tubing technologies allows increasing the overall labour productivity by 2–8 times as well as reducing the cost of works in case of great number of jobs performed.

Well Workover Research and Technical Centre possesses all the necessary resources for efficient well workover:

- Highly-qualified personnel;
- Wide range of highly-efficient technologies;
- State-of-the-art domestic and foreign equipment and tools;
- Besides, the company cooperates with engineering and technical centres and accredited laboratories in Moscow and Krasnodar. This allows taking on board and introducing cutting-edge technologies in this sphere.

As of today, Well Workover Research and Technical Centre is capable of doing the following jobs:

1. Water shutoff.
2. Plug back jobs.
3. Retrieval of foreign items (slick line, logging tools, etc.) from a well with no well kill.
4. Removal of paraffin deposits, hydrate and sand plugs inside tubing.
5. Well thawing.
6. Sand washing.
7. Improvement of injectability of absorbing wells.
8. Plug-back depth restoration, etc.

The use of CT together with nitrogen units allows performing well completions with the use of foam systems, reducing fluid level to the necessary depth, blowing wells with the use gaseous nitrogen.

In the near future the company plans to expand the range of jobs with the use of CT, including the following areas:

1. Well workover and production stimulation: ▶

- поинтервальные кислотные обработки;
- освобождение колонны НКТ путем вырезания;
- работы с подземным оборудованием (извлечение клапанов-отсекателей, открытие-закрытие циркуляционных клапанов и т.д.).

2. Использование колонн гибких труб:

- для спуска перфорационных зарядов в наклонно-направленные и горизонтальные участки скважины;
- для проведения каротажных работ (инклинометрия, геофизические исследования в открытом и обсаженном стволе).

Если говорить об оснащённости техникой и оборудованием, то ЗАО «НТЦ КРС» располагает бригадами, каждая из которых имеет в своем составе колтюбинговую установку серии МК30Т-10, азотную установку А100, насосный агрегат АН-700-1 ед., ППУ-1600/100, циркуляционную систему, а также обеспечивающую спецтехнику (водовозы, автокран, трал и др.). Используемая колтюбинговая установка с тяговым усилием инжектора 27,2 т, гибкой трубой 5500 м, а также набор внутрискважинного инструмента: соединители, обратные клапаны, струйные насадки, разного назначения ловильные инструменты и т.п. позволяют эффективно решать любые задачи в области ремонта и исследования скважин.

На некоторых особенностях и сложностях выполнения ремонтных работ с помощью колтюбинговых установок хотелось бы остановиться более подробно. Особое внимание заслуживают работы по извлечению геофизического кабеля и оборудования на скважине № А4-1 Ачимовского участка Уренгойского ГТМ. На этой скважине вероятной причиной обрыва геофизического кабеля и возникших осложнений при СПО явились осаждения на стенках труб НКТ-89 мм парафино-гидрата при сбросе устьевого давления на факельный отвод. Кроме того, бригада ПРС собственными силами попыталась извлечь геофизическое оборудование с помощью комплекта инструментов, спускаемых на тросе, но все усилия оказались безуспешными. Также безуспешными были работы по растеплению парафино-гидратной пробки закачкой в скважину подогретой технологической жидкости – раствора хлористого кальция.

Разнообразие негативных условий в данной скважине в виде наличия гидратной пробки, аномально высокого давления и аварийного оборудования и предопределили выбор соответствующих компоновок инструментов, спускаемых на гибкой трубе, и мероприятий, направленных на ликвидацию аварийной ситуации в скважине.

Перед специалистами стояла задача произвести растепление скважины, ликвидировать парафино-



**Рисунок 2 – Сленки извлекаемого оборудования на печати**  
**Figure 2 – Casts of retrievable equipment on the seal**

- Selective acid treatments;
- Release of tubing by means of cutting;
- Jobs with the use of downhole tools (retrieval of shutoff valves, circulating valves, opening-closing circulating valves, etc.).

2. Use of CT strings:

- For running perforation charges into the inclined and horizontal sections of a well;
- For logging operations (inclination measurements, logging in open and cased holes).

In terms of equipment, Well Worover Research and Technical Centre has two teams, each of them equipped with МК30Т-10-type coiled tubing unit, А100-type nitrogen unit, АН-700-type pumping unit, PPU-1600/100, circulating system and the supporting equipment (water tank trucks, truck-mounted cranes, etc.). The company uses CT unit equipped with: injector with 27.2 tons of pulling capacity; 5,500 meters long coiled tube; and a set of downhole tools - connectors, back valves, jet nozzles, different types of fishing tools. All the abovementioned equipment allows the company performing wide range of tasks in terms of well servicing and well surveying.

Now we would like to dwell upon certain peculiarities and difficulties that we face when using CT for well servicing. We would like to focus on retrieval of logging cable and equipment at well No. А4-1 of the Achimovsk area of Urengoykoye gas condensate field. Paraffin-hydrate deposition on the walls of a 89-mm tubing when releasing wellhead pressure to the flare line were considered as the most probable reason for logging cable rupture. Well servicing team tried to retrieve the logging equipment with the help of a set of tools that were run into the well on a wireline, but all their efforts failed. Also failed the efforts on thawing the paraffin-hydrate plug by injecting heated process fluid (calcium chloride solution) into the well.

Different negative conditions in the abovementioned well, including hydrate plug, abnormally high pressure and tools left in the well, stipulated the choice of CT-



**Рисунок 3 – Извлечение геофизического кабеля**  
**Figure 3 – Retrieving of logging cable**

гидратную пробку и поэтапно выполнить ловильные работы набором инструментов производства «ВЕЗЕРФОРД» с применением колтюбинговой установки серии МК30Т-10. Весь комплекс аварийно-восстановительных работ на скважине осуществлялся при инженерной поддержке технических специалистов ЗАО «АЧИМГАЗ», ЗАО «НТЦ КРС», компании «Везерфорд» и ООО «ЭРИЭЛЛ НЕФТЕГАЗСЕРВИС».

В отличие от инструментов, спускаемых на канатной технике, эффект применения гибкой трубы заключается в развитии большего тягового усилия, а также в возможности обеспечения циркуляции жидкости в скважине, что существенно облегчает проведение ловильных операций. Для ликвидации аварии был заключен договор с ООО «ЭРИЭЛ Нефтегазсервис» на производство работ по извлечению геофизического оборудования с помощью колтюбинговой установки без предварительного глушения скважины. Статическое давление на устье скважины превышало 450 атм., и для его снижения, а также предотвращения дальнейшего гидратообразования в скважине периодически производилась подкачка теплоносителя и сброс давления на факельный отвод. Рабочее давление в скважине во время выполнения ловильных работ поддерживалось в диапазоне 240–280 атм.

Собственно ловильные работы включали в себя следующую последовательность: монтаж колтюбинговой установки МК30Т-10 и устьевого оборудования (четырёхсекционный превентор, герметизатор, лубрикатор, инжектор); монтаж нагнетательной и обратной линий, а также опрессовку ПВО (БП80х70) и обратного клапана 54 м технологической жидкостью. Далее на гибкой трубе произвели спуск печати и путем ее частичной разгрузки сняли отпечаток в интервале непрохождения инструмента. При отсутствии прохода в НКТ периодически производили прокачку горячего раствора хлористого кальция в колонну гибких труб (КГТ) с выходом жидкости через «искусственное



**Рисунок 4 – Извлечение 12 шт. геофизических грузов**  
**Figure 4 – Retrieving of 12 geophysical weight assemblies**

conveyed tool assemblies and activities aimed at mitigation of the accident.

Company's specialists had a task to thaw the well, remove paraffin-hydrate plug and perform stepwise fishing operations by Weatherford tools and MK30T-10 coiled tubing unit. All the remedial operations were done with the engineering support of technical experts from ACHIMGASZ Company, Well Workover Research and Technical Centre, Weatherford and ERIELL NEFTEGAZSERVICE.

The CT was used due to the fact that it has higher pulling power compared to the wireline-conveyed tools, and also ensures fluid circulation in the well that makes fishing operations much easier. To mitigate the accident the company has signed a contract with ERIELL Neftegazservice to conduct fishing operation with the use of CT without well kill. Statistical wellhead pressure was above 450 atm. To reduce wellhead pressure and prevent further hydrate deposition the heating medium was injected and pressure was released to the flare line. During the fishing operation the working pressure in the well was sustained at the level of 240–280 atm.

The fishing operation itself was conducted in the following sequence: installation of an MK30T-10 coiled tubing unit and wellhead equipment (four-ram BOP, stuffing box, lubricator, injector); installation of the injection and return lines, pressure testing BOP equipment (BP80x70) and a 54-mm back valve with process fluid. Then an impression tool was run into the well with the use of CT to receive an impression of the interval where the tool was stuck. If it was impossible to pass through the tubing, the team was pumping hot calcium chloride solution through the CT; the solution returned back via the “artificial annulus” of the well. After “rough landing” and unloading the tool up to 4 tons, the necessary impression was obtained; the tool was retrieved from the well and the necessary fishing tools were selected based on the nature of the impression. The efficiency of operations at this well to a large extent depended on proper selection of

затрубье» скважины. После получения «жесткой посадки» и разгрузки инструмента до 4-х тонн с целью получения отпечатка производилось его извлечение из скважины и по характеру отпечатка подбирали соответствующий ловильный инструмент. Эффективность работ на данной скважине во многом зависела от правильного подбора специалистами ловильного инструмента. Многократные спуско-подъемные операции с различными компоновками инструментов, циркуляция горячего солевого водного раствора, а также расхаживание инструмента в скважине позволили успешно извлечь геофизическое оборудование из НКТ и восстановить производительность скважины. Существенный

fishing tools. Multiple trips of different tool assemblies, circulation of hot calcium chloride solution and reciprocation of tools in the well allowed successfully retrieving the logging tools out of the tubing and restoring well productivity. Better labour productivity, reduced time of tools reciprocation and reduction in the number of tool trips could be achieved only due to well-coordinated work of the whole team. As of today, we have already worked out impression tool unloading modes, pulling power values for safe retrieval of damaged equipment and the ranges for tool reciprocation in order to avoid tool sticking and overpull.

Job results are specified in Table 1.

**Таблица 1 – Результаты работ на скважине № А4-1 Ачимовского участка Уренгойского ГТМ**  
**Table 1 – Results of the jobs at well No. А4-1 of the Achimovsk area of Urengoyskoye gas condensate field**

	<b>Наименование работ / Job description</b>	<b>Количество / Quantity</b>
<i>Цели и задачи</i> <i>Goals and objectives</i>	<i>Растепление парафино-гидратной пробки / Thawing of paraffin-hydrate plug</i>	
	<i>Извлечение геофизического кабеля и оборудования / Retrieval of logging cable and logging tools</i>	
	<i>Шаблонирование до текущего забоя / Wiper trips to the existing bottomhole</i>	
	<i>Восстановление рабочих параметров скважины / Restoration of the well's performance characteristics</i>	
<i>Технологические жидкости и оборудование</i> <i>Process fluids and equipment</i>	<i>Ловильный инструмент:</i> <i>Fishing tools:</i>	
	<i>- соединители Ø 54 мм; / connectors Ø 54 mm;</i>	<i>3 шт. / pcs.</i>
	<i>- обратные клапаны Ø 54 мм; / back valves Ø 54 mm;</i>	<i>4 шт. / pcs.</i>
	<i>- переводники Ø 49–54 мм; / subs Ø 49 – 54 mm;</i>	<i>7 шт. / pcs.</i>
	<i>- центрирующий переводник Ø 68,9 мм; / alignment sub Ø 68,9 mm;</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>
	<i>- промывочная насадка Ø 54 мм; / wash nozzle Ø 54 mm;</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>
	<i>- щучья пасть Ø 68 мм; / pike-mouth Ø 68 mm;</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>
	<i>- овершот гидравлический Ø 68 мм; / hydraulic overshot Ø 68 mm;</i>	<i>1 шт. / pcs.</i>
	<i>- составной овершот Ø 68 мм; / compound overshot Ø 68 mm;</i>	<i>1 шт. / pcs.</i>
	<i>- тросоловитель гидравлический Ø 68 мм; / hydraulic wireline catcher Ø 68 mm;</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>
	<i>- труболовка с лепестками; / 6-petal spear;</i>	<i>1 шт. / pcs.</i>
	<i>- печать (магнит, свинец, пластилин) Ø 60–68 мм; / impression tool (magnet, lead, plasticine) Ø 60 - 68 mm;</i>	<i>15 шт. / pcs.</i>
	<i>- поворотное устройство Ø 68 мм; / rotation device Ø 68 mm;</i>	<i>1 шт. / pcs.</i>
<i>- омылочные трубы Ø 48 мм; / wash pipes Ø 48 mm;</i>	<i>3 шт. / pcs.</i>	
<i>- ерш Ø 68 мм; / scraper Ø 68 mm;</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>	
<i>- шаблон Ø 60 мм / drift material Ø 60 mm</i>	<i>2 шт. / pcs.</i>	
	<i>Раствор хлористого кальция / Calcium chloride solution</i>	<i>40 м³ x 1,2 г/см³ 40 m³ x 1.2 g/cm³</i>
<i>Выполнение работ</i> <i>Jobs performed</i>	<i>Монтаж колтюбинговой установки и устьевого оборудования / Installation of a CT unit and wellhead equipment</i>	–
	<i>Растепление парафино-гидратной пробки / Thawing paraffin-hydrate plug</i>	<i>467–1000 м 467 – 1,000 m</i>
	<i>Извлечение: / Retrieval of:</i>	
	<i>- геофизического кабеля Ø 6,3 мм; / logging cable Ø 6.3 mm;</i>	<i>65 м / 65 m.</i>
	<i>- геофизического груза Ø 48 мм; / logging weight Ø 48 mm;</i>	<i>12 шт. x 0,7 м / 12 pcs. x 0.7 m.</i>
	<i>- перфоратора ЗПКОБ ПП ПП; / perforators ЗПКОБ PPGP;</i>	<i>3 м / 3 m.</i>
	<i>- сальник с уплотнительным вкладышем / seals.</i>	<i>8 шт. / 8 pcs.</i>
<i>Шаблонирование до текущего забоя / Wiper trip to the existing bottomhole</i>	<i>3807 м / 3,807 m</i>	
	<i>Количество спуско-подъемных операций / Number of trips</i>	<i>51 опер. 51 trips</i>
	<i>Демонтаж колтюбинговой установки и устьевого оборудования / Uninstallation of the wellhead equipment and CT unit</i>	–
	<i>Передача скважины заказчику по акту / Well handover to the client</i>	–

выигрыш в повышении производительности труда в виде сокращения времени при расхаживании инструмента, а также в снижении количества спуско-подъемных операций удалось получить благодаря слаженной работе специалистов всей бригады. На данный момент у нас отработаны режимы разгрузки инструмента для получения отпечатка, режимы тяговых нагрузок для безопасного извлечения аварийного оборудования и диапазоны расхаживания инструмента с целью недопущения возникновения «прихватов и затяжек».

Результаты работ приведены в таблице 1.

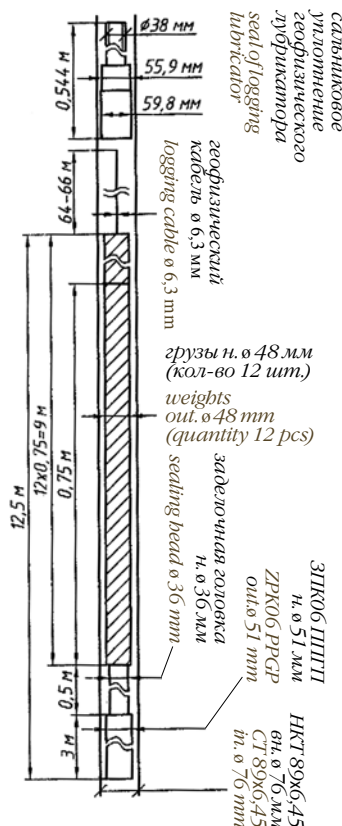
В результате выполненных работ на скважине № А4-1 Ачимовского участка Уренгойского ГКМ устранена парафино-гидратная пробка, извлечено более 65 м геофизического кабеля, 12 геофизических грузов, перфоратор, 8 штук уплотнительных элементов, а также произведено шаблонирование скважины до текущего забоя.

Использование КГТ открывает новые возможности в проведении каротажных исследований, сопровождающихся необходимостью спуска различных приборов не только в искривленные, но и в горизонтальные участки скважины. Гибкая труба представляет собой идеальное средство доставки оборудования в нужную точку скважины. При этом геофизический кабель располагается внутри трубы и защищен от истирания, что является существенным преимуществом по сравнению со спуском приборов на обычных трубах. Одновременно в процессе проведения исследований через колонну гибких труб можно подавать технологическую жидкость или азот для уменьшения гидростатического давления на исследуемые пласты. Подачу жидкости осуществляют и для уменьшения сопротивления перемещению приборов в скважине. Естественно, что все эти операции выполняют без предварительного глушения скважины.

Для оказания услуг в области исследования скважин ЗАО «НТЦ КРС» проводит заключительные работы по монтажу кабеля с колонной гибких труб, а также изготавливает специальный переходный узел с циркуляционными отверстиями, срабатывающий при определенной величине давления, шпильки для удержания кабеля и специальный разъем для присоединения кабеля к каротажным приборам. ☉



**Рисунок 5 – Геофизический груз крупным планом**  
**Figure 5 – Weight assembly close up**



**Рисунок 6 – Схема извлеченного геофизического оборудования**  
**Figure 6 – Logging equipment retrieved from the well**

As a result of the jobs performed at well No. А4-1 of Achimovsk area of Urengoyskoye gas condensate field, we removed paraffin-hydrate plug, retrieved 65 m of logging cable, 12 logging weights, a perforator, 8 seals, as well as conducted wiper trips to the existing bottomhole.

Usage of coiled tubing opens up new opportunities for logging operations that require running various tools into inclined and horizontal sections of wells. CT is ideal for running tools to the necessary point of a well. At the same time logging cable is located inside the CT and is protected from wear and tear unlike in case of running tools with the use of conventional methods. During logging it is also possible to pump process fluid or nitrogen through the CT to reduce hydrostatic pressure on the formation in question. Fluid is also pumped in order to reduce resistance to the movement of tools inside a well. All these operations are done without well kill.

In order to provide full range of services Well Workover Research and Technical Centre finalizes the works on cable injection into the CT. The company also manufactures a special sub with circulation holes that will be activated at a certain pressure level; manufactures slips to hold the cable and a special socket to connect cable to logging tools. ☉