



Гатиатуллин Азат Кашфилевич, Руководитель службы производства;
Шовкопляс Денис Сергеевич, Заместитель генерального директора;
Матвеев Данил Андреевич, Ведущий инженер, ГК «ТатПром-Холдинг»

Azat Gatiatullin, Head of Production Service;
Denis Shovkopyas, Deputy General Director;
Danil Matveev, Leading Engineer, TatProm-Holding Group

Инженерно-технологическое сопровождение заканчивания скважин ГК «ТатПром-Холдинг»

TatProm-Holding Group Engineering Service for Well Completion

За сравнительно небольшой период ГК «ТатПром-Холдинг» успешно зарекомендовало себя как уверенный конкурент на рынке Российской Федерации и стран СНГ в области заканчивания скважин. В период с 2020 года по настоящее время закончено более 3000 скважин. Такой стремительный успех — это залог командной работы. Производственно-технологический департамент компании, использует комплексный подход к планированию работ по каждому заказчику, в соответствии с техническим заданием, а в последующем и по каждой скважине. Проводится оценка рисков и разрабатывается комплекс мероприятий по обеспечению дохождения хвостовика до проектной глубины, мероприятия включают в себя подбор определенных технологий по спуску, технических средств и инженерных решений.

In a short period of time, TatProm-Holding Group has successfully showed itself as a strong competitor in the Russian and CIS market in well completion business. More than 3000 wells have been completed since the company began to operate in 2020. Such rapid success is the result of teamwork. The company's Production and Technology Department takes an integrated approach to planning the operations for each customer, in accordance with the terms of reference, and then individually for each well. We perform a risk assessment and develop a set of actions to ensure that the liner reaches the design target depth. Such work includes selection of engineering solutions, RIH (run in hole) technologies, toolsets and equipment.

Horizontal wells remains the most effective and fastest way to produce oil. In the context of import substitution,

Строительство горизонтальных скважин по-прежнему остается наиболее эффективным и быстрым способом извлечения нефти. В условиях импортозамещения ГК «ТатПром-Холдинг» предлагает решения позволяющие успешно завершить строительство горизонтальных скважин сложной конструкции в сложных горно-геологических условиях.

Рассмотрим пример заканчивания горизонтальной скважины с длиной горизонтального участка более 2000 м. Согласно техническому заданию, скважина спроектирована на Сеноманские отложения (1100 м по вертикали) с фильтровым окончанием и подвешиванием

нечементируемой колонны-хвостовика диаметром 178 мм в эксплуатационной колонне диаметром 245 мм (рисунок 1).

Спуск нечементируемого хвостовика диаметром 178 мм с длиной горизонтального участка более 2000 м с фильтровым окончанием является не простой задачей, особенно на такую вертикаль. По мимо основных мероприятий для бурения горизонтальных скважин (роторно-управляемые системы, верхний силовой привод, растворы на углеводородной основе) технологическая группа ГК «ТатПром-Холдинг» предложила спуск подвески ПХГМН.УИФ 178/245 с возможностью промывки через башмак, а также применение специального вертлюга для возможности вращения колонны-хвостовика и вертлюга предотвращающего вращение промывочной трубы для безопасного ее извлечения.

Планирование работ начиналось с анализа исходных данных по скважине, подготовкой программы работ совместно с заказчиками и проведения расчетов при помощи специализированных программных комплексов.

Расчет жесткости компоновки низа бурильной колонны (КНБК). Расчет показывает обеспечит ли используемое для бурения и шаблонировки КНБК

TatProm-Holding Group offers solutions to successfully drill and complete horizontal wells of complex design in challenging geological conditions.

Let's consider an example of completing a well with a horizontal section exceeding 2000m. According to the terms of reference, the well was designed to target

Cenomanian (TVD=1100 m), to be completed with a screen and a hanger of a non-cemented liner (Dia=178mm) in a production string (Dia=245mm) (Fig.1).

It is not an easy task to run in hole a 178mm non-cemented liner completed with a screen at such TVD and in case the horizontal section exceeds 2000 m in length.

In addition to the conventional procedure for drilling horizontal wells, presuming rotary-steerable systems, top drive and oil-based muds, Technology Group of TatProm-Holding Group proposed to run in hole PKhGMN UIF (ПХГМН.УИФ) 178/245 (hydromechanical non-cemented liner hanger with a screen isolation unit, having the option of flushing through the liner shoe); and to use of a special swivel for rotation of the liner and a swivel preventing rotation of the washpipe for its safe removal.

Work planning began by analyzing the initial well data, developing a work program with the client, and performing specialized software-based calculations:

Calculation of the bottom-hole assembly (BHA)

stiffness. The calculation shows whether the BHA used for drilling and reaming ensures smooth RIH of the casing string.

Calculation of the casing depth reach. One of the key performance indicators is simulation of the liner RIH.

The calculation of the depth reach includes producing crossplots of the travelling block WHO (weight on hook) vs the depth and the stress of the casing and transport strings. To assess the stability of the system, the crossplots are produced for the open hole friction factors from 0.1 to 0.5 with a step of 0.1. Often this calculation is performed twice: based on the design data during the

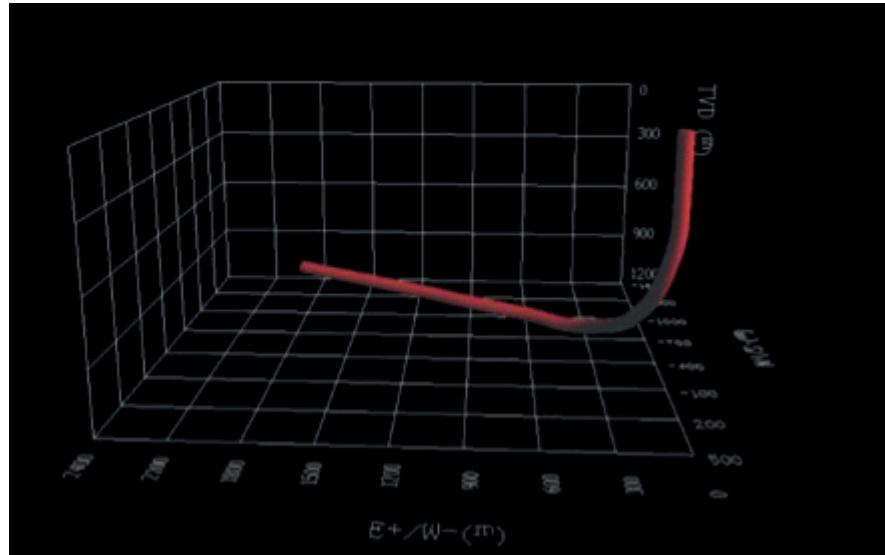


Рисунок 1: Профиль скважины

Fig. 1: Well Trajectory

беспрепятственный спуск обсадной колонны.

Расчет дохождения обсадной колонны.

Один из ключевых показателей успешности работы — это моделирование спуска хвостовика. Расчет дохождения включает в себя построение графика зависимости веса на крюке талевого блока от глубины спуска и графика напряжений в обсадной и транспортировочной колонне. Для оценки устойчивости системы графики строятся для коэффициентов трения в открытом стволе от 0,1 до 0,5 с шагом 0,1. Зачастую данный расчет производится дважды — при планировании и проектировании работ на основании проектных данных и перед спуском хвостовика на основании фактических данных. В случаях, когда для беспрепятственного дохождения хвостовика до проектной точки не хватает вертикальной составляющей силы тяжести, можно включить дополнительное утяжеленное бурильные трубы (ТБТ или УБТ) в транспортировочную колонну.

Гидравлический расчет. Благодаря данному расчету возможно выбрать оптимальные режимы промывки скважины для максимальной очистки ствола, а также возможно провести настройку оборудования до спуска во избежание нештатных ситуаций.

Расчет центрации. Используется для определения количества центраторов и подбора оптимальной расстановки на хвостовике.

Гидродинамическое моделирование. Для оптимальной расстановки автоматических устройств контроля притока и заколонных пакеров в скважине, производится гидродинамическое моделирование.

Второй этап — подбор оборудования. В арсенале ГК «ТатПром-Холдинг», имеется ряд оборудования, направленного для успешного закачивания горизонтальных скважин.

1. Прорабатывающий башмак (ПУР-178).

Прорабатывающий башмак ПУР состоит из вращающегося башмака, вооруженного твердосплавными пластинками и корпуса с многоступенчатой гидравлической турбиной.

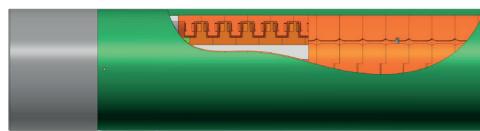


Рисунок 2: Башмак прорабатывающий гидроприводный

Fig. 2: Hydraulically Driven Reaming Shoe

planning and design phase, and based on the actual data before the liner RIH. In cases when the weight of the string is not enough for the liner to reach the design point, additional drill collars may be added to the transport string.

Hydraulic calculation. This calculation allows: to choose the optimal well flushing parameters for the best hole cleaning; and to adjust the equipment before RIH to prevent emergencies.

Centering calculation. Used to determine the number of centralizers and to select their optimal arrangement on the liner.

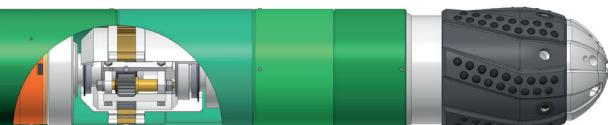
Hydrodynamic simulation. Is performed to optimize location of automatic inflow control devices and casing packers in the well.

The second step includes equipment selection. TatProm-Holding Group has a range equipment designed for successful completion of horizontal wells.

1. Reaming shoes of various designs and form factors. The Drillable Reaming Shoe (DRS) PUR-178 (ПУР-178) consists of a rotating shoe with hard-alloy plates and a body with a multi-stage hydraulic turbine. The internal elements and the DRS cutting-and-gouging part consist of easily drillable material (Fig.2). Another unique feature of this reaming shoe is that its rotating parts can be fixed while drilling.

2. Spring centralizers. They are important elements of the casing accessories, minimizing the possibility of sticking due to the high restoring forces of the centralizer blades and minimal starting and pushing resistance of the structure during RIH, including narrow and high curvature parts of the wellbore. They also reduce resistance while RIH and allow rotation and reciprocating of the string. The centralizers are designed to withstand large axial and radial loads, eliminating the risk of blade detachment from couplings.

3. Liner hangers of various modifications, types and sizes. In particular, in order to complete this well, we chose the hydromechanical non-cemented liner hanger with screen isolation unit PKhGMN UIF 178/245 (ПХГМН УИФ 178/245). This is a set of five functionally complete units



Внутренние элементы и режуще-калибрующая часть ПУР состоят из легкоразбуруиваемого материала (Рисунок 2). Также отличительной особенностью данного прорабатывающего башмака является возможность фиксации вращающихся частей при разбуривании.

2. Пружинные центраторы. Являются важным элементом оснастки обсадных колонн, минимизирующие вероятность прихвата за счёт высоких восстанавливающих усилий работы лопастей центратора и минимальных стартовых и проталкивающих сопротивлений конструкции при спуске в скважину, в том числе на участках сужений и высокой интенсивности кривизны ствола скважины. Так же они уменьшают сопротивление при спуске в скважину и позволяют вращать и расхаживать колонну. Конструкция центратора выдерживает большие осевые и радиальные нагрузки, исключая риск отрыва лопастей от муфт изделия.

3. Подвески хвостовиков разной модификации различных типоразмеров. В частности, для

housed in a single device, including:

- a hydraulic anchor;
- a hydraulic disconnection unit;
- a mechanical disconnection unit with a left-hand thread, duplicating the hydraulic disconnector;
- a hydromechanical packer;
- a hydromechanical additional packer unit.

Fig. 3 shows the assembly of the liner hanger with PKhGMN UIF (ПХГМН УИФ).

When running-in a liner with screens, the device allows to flush the wellbore while casing string RIH, jamming and when the target depth is reached. Moreover, when the bottom-hole is reached, the screen isolation unit allows to shift the well from drilling mud to completion fluid, thus saving flowback and completion time. If an oil-based drilling mud is used, the screen isolation unit makes it possible to reuse it.

4. Swellable packers. Annulus packers with swelling

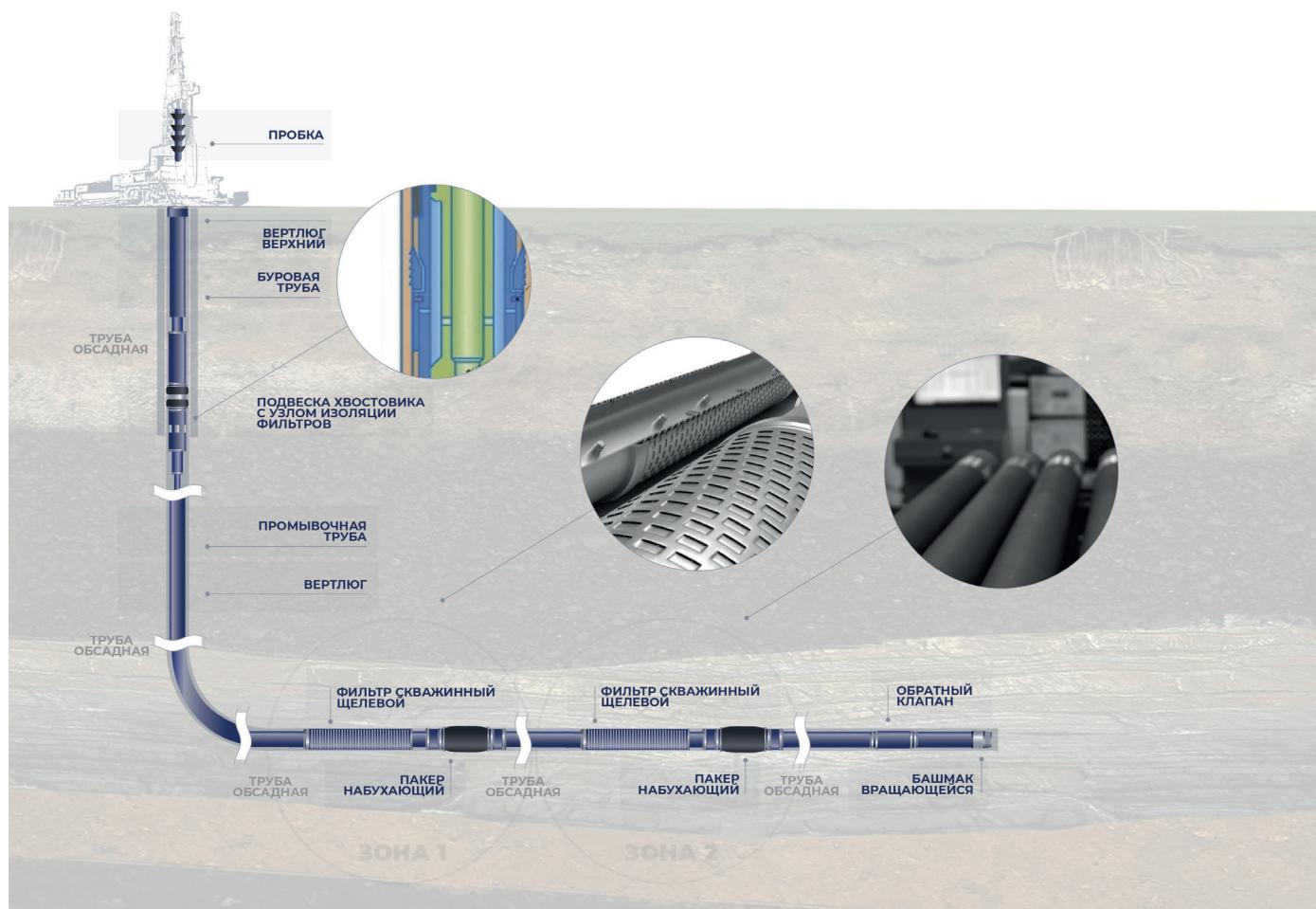


Рисунок 3: Принципиальная схема компоновки хвостовика с применением ПХГМН УИФ

Fig. 3: Liner Hanger with PKhGMN UIF

заканчивания данной скважины, выбрана подвеска-хвостовика гидромеханическая нецементируемая с узлом изоляции фильтров (УИФ) типа ПХГМН УИФ 178/245 представляющая собой комплекс из пяти функционально законченных узлов, размещенных в одном устройстве:

- гидравлический якорь;
- узел гидравлического разъединения;
- узел механического разъединения отворотом по левой резьбе, дублирующего гидравлический разъединитель;
- гидромеханический пакер;
- узла допакеровки гидромеханического.

На [рисунке 3](#) представлена принципиальная схема компоновки хвостовика с применением ПХГМН УИФ.

При спуске хвостовика с фильтрами устройство позволяет производить промывку скважины во время спуска обсадной колонны, в случае возникновения посадок и при достижении проектной глубины. Более того, при достижении забоя, УИФ позволит выполнить перевод скважины с бурового раствора на жидкость заканчивания, что сэкономит время при освоении скважины, а в случае строительства скважин при помощи бурового раствора на углеводородной основе УИФ даст возможность повторного его использования.

4 . Набухающие пакера. Пакеры заколонные с набухающим элементом предназначены для надежного разобщения вскрытых продуктивных пластов от затрубного пространства спущенной обсадной колонны и целью исключения возможности возникновения заколонных перетоков пластового флюида. Для активации не требуется манипуляции с трубой или гидравлическое давление. После завершения периода активации, когда эластомер пакераступает в контакт с жидкостью разбухания, она впитывается в структуру эластомера.

При впитывании жидкости эластомер увеличивается в объеме до тех пор, пока пакер не соприкоснется со стенкой ствола скважины, или пока не заполнится канал или пустота в цементном камне. Давление разбухания создает стойкий к действию давления герметичный стык при подаче дифференциального давления.

5. Фильтры скважинные разной модификации различных типоразмеров. Устанавливаются в продуктивном пласте скважины и предназначены

elements are designed to reliably isolate the penetrated pay formation from the casing string annulus to avoid annulus communication. Activation does not require manipulations with the casing or hydraulic pressure. After the end of the activation period, when the packer elastomer comes into contact with the swelling fluid, the fluid is absorbed by the elastomer texture.

As the fluid is absorbed, the elastomer expands until the packer contacts the wellbore wall. The swelling pressure creates a strong hermetic seal that can withstand differential pressures.

5. Well screens of various modifications and sizes. They are installed in the pay formations to screen the extracting fluid from inclusions, to prevent the bottom-hole damage, sand and other solids production in oil and gas wells, as well as to reduce wearing of the pumping equipment.

6. VZ.178 (B3.178) swivel ([Fig. 4](#)) allows rotating the transport string while liner RIH in case of increased hydromechanical, mechanical and differential resistance impeding the advancement of the liner to the design bottom-hole. In such cases, when the insufficient WOH prevents the liner RIH to the planned design depth, the tool allows to reduce the resistance of the transport string by rotating it without torque transmission to the liner. After the end of the liner RIH, the tool is locked, and in such a state the tool can transmit the torque.

TatProm-Holding always performs delivery-acceptance tests while assembling all its products at the company's production facilities. All the tests are controlled by QAQC Service with mandatory video recording of the entire test cycle.

The final stage included service support for the equipment RIH. Highly qualified field personnel supported and supervised the liner RIH 24 hours a day, providing recommendations at all stages. 250m before the design depth, the liner RIH was followed by slacking-offs of no more than 5 tons; at a depth of 3225m – there was a hard slacking-off, but by reciprocating the liner and by rotation of the transport string, the interval was passed. When the liner reached the designed depth, the anchor unit was activated. Then, by creating a high pressure to cut off the brass screws, VZ.178 (B3.178) swivel was activated (blocked). The next stage was the mechanical disconnection of the transportation string followed by activation of the liner top packer and pulling-out the running tool with the washpipe (89mm tubing).

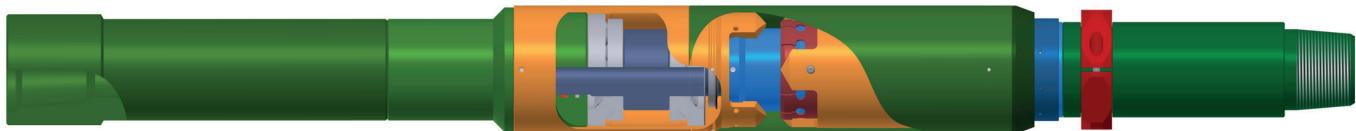


Рисунок 4: Вертлюг 178

Fig. 4: VZ.178 (B3.178) Swivel

для фильтрации добываемого продукта от посторонних включений, предотвращения разрушения призабойной зоны, выноса песка и других механических примесей из нефтяных и газовых скважин, а также для снижения износа насосно-компрессорного оборудования.

6. Вертлюг В3.178 (рисунок 4) обеспечивает возможность вращения транспортировочной колонны при спуске хвостовика в условиях повышения гидромеханических, механических, дифференциальных сопротивлений продвижению хвостовика к проектному забою. В таких ситуациях, когда нехватка веса на крюке препятствует спуску хвостовика до запланированной проектной глубины, инструмент позволяет снизить силы сопротивления спуску транспортировочной колонны, путем её вращения без передачи вращающего момента на хвостовик. После окончания спуска хвостовика производят блокировку инструмента, в этом состоянии инструмент становится способным передавать крутящий момент.

На производственных мощностях ГК «ТатПром-Холдинг» при сборке всех изделий проводятся приемосдаточные испытания. Все испытания контролируются службой контроля качества с обязательной видеофиксацией всего цикла испытаний.

Завершающим этапом являлось сервисное сопровождение по спуску оборудования. Полевой персонал высокой квалификации в круглосуточном режиме сопровождал спуск хвостовика с предоставлением рекомендаций на всех этапах. За 250 м до проектной глубины спуск хвостовика сопровождался «сходящими» посадками не более 5 т, на глубине 3225 м получена жесткая посадка, но при помощи расхаживания хвостовика и проворота транспортировочной колонны интервал удалось пройти. Допустив хвостовик до проектной глубины произведена активация якорного узла, далее создав давление для среза латунных винтов выполнили активацию (блокировку) В3.178. Следующий этап — выполнено механическое разъединение транспортировочной колонны, с последующей активацией верхнего пакера подвески и подъемом установочного инструмента с промывочной трубой НКТ 89.

Таким образом, ГК «ТатПром-Холдинг», имея комплексный подход к сервисному сопровождению заканчивания скважин, выполнило успешное заканчивание скважины сложной конструкции, с длинного горизонтального участка более 2000 м и вертикалью всего 1100 м. Такой успешный опыт — это результат слаженной работы команды ГК, а также индивидуального подхода к каждой скважине.

ГК «ТатПром-Холдинг»

Thus, having an integrated approach to well completion servicing, TatProm-Holding Group successfully completed a well of a complex design with a long horizontal section exceeding 2000m and a vertical section of only 1100m. The success was achieved due to the well-coordinated work of our team and the individual approach to each well.

TatProm-Holding Group

