

УДК 622.276

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ БАЙПАСИРОВАНИЯ Y-TOOL
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОД ДЕЙСТВУЮЩЕЙ УЭЦН
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**ANALYSIS OF APPLICATION OF THE Y-TOOL BYPASS SYSTEM
FOR INVESTIGATION UNDER THE CURRENT INSTALLATION
OF AN ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMP
ON THE FIELDS OF THE KRASNODAR TERRITORY**

Боровик Оксана Владимировна

оператор пульта управления
в добыче нефти и газа 5 разряда,
ЦДНГ-3 ООО «РН-Краснодарнефтегаз»
oksana.borovik@mail.ru

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Аннотация. В статье предложено технологическое решение, при помощи которого без остановки УЭЦН можно проводить все необходимые исследования скважин, оборудованных УЭЦН. Эту возможность даёт применение системы байпасирования Y-Tool. Рассмотрен вопрос применения системы байпасирования Y-Tool для исследования под действующей УЭЦН. Приведена комплектация байпасных систем Y-Tool. Показано проведение каротажных исследований скважин. Рассмотрены применяемые геофизические приборы и способы доставки геофизических приборов на забой, а также планирование работ и процедура проведения исследований.

Ключевые слова: байпасные системы (системы Y-Tool); комплектация байпасных систем Y-Tool; основные компоненты байпасной системы; проведение каротажных исследований скважин; применяемые геофизические приборы; способы доставки геофизических приборов на забой; компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга.

Borovik Oksana Vladimirovna

Remote control in oil and gas
production operator 5th grade,
Workshop for oil and gas № 3
LLC «Rosneft-Krasnodarneftegas»

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of the technical sciences,
Assistant professor, Professor of the
name of the professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university

Annotation. The article proposes a technological solution, with the help of which, without stopping the ECFP, it is possible to conduct all necessary studies of wells equipped with ECFP. This feature is provided by the Y-Tool bypass system. The issue of using the Y-Tool bypass system for research under the current ECFP is considered. A complete set of Y-Tool bypass systems is provided. Well logging is shown. The applied geophysical instruments and methods of delivering geophysical instruments to the face, as well as the planning of work and the procedure for conducting research are considered.

Keywords: bypass systems (Y-Tool systems); configuration of Y-Tool by-pass systems; main components of the bypass system; well logging; used geophysical instruments; methods of delivering geophysical instruments to the face; assembly of the installation tool using coiled tubing.

Применение системы байпасирования Y-Tool для исследований под действующей УЭЦН

Байпасные системы (системы Y-Tool) – скважинное оборудование, устанавливаемое в составе УЭЦН, позволяющее одновременно эксплуатировать один или несколько нефтеносных пластов через одну скважину и параллельно проводить исследования по каждому из объектов (пласту) при работающей установке электропогружного центробежного насоса (УЭЦН).

Задача системы Y-Tool – обеспечить беспрепятственное прохождение оборудования вдоль насосной установки с целью проведения геофизических исследований в условиях промышленной эксплуатации скважины и проведения сервисных работ в области скважины под насосом без демонтажа насосной установки и поднятия её на устье скважины, а также обеспечить лёгкость извлечения насосной установки и системы байпасирования насосной установки из скважины в аварийных ситуациях.

Система байпасирования насосной установки обеспечивает возможность исследования параметров флюида в скважине с помощью измерительных приборов, а также проведение скважинных работ без извлечения насосной установки из скважины.

Данные системы широко применяются в разных компоновках для решения нескольких задач:

- 1) исследование многопластовых скважин при работе УЭЦН с движением приборов перед спуском систем для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ);
- 2) исследование пласта на разных режимах с целью получения наиболее полной картины работы системы «пласт – скважина – УЭЦН» и последующего спуска оптимальной для этих условий работы УЭЦН;
- 3) увеличение МРП скважины за счёт применения в ней двух УЭЦН одного типоразмера (часто – на морских месторождениях). Данная система предполагает включение в работу второй УЭЦН после выхода из строя первой;
- 4) ОРЭ двух пластов с применением двух УЭЦН.

Системы Y-Tool позволяют решить многие проблемы:

- во-первых, нет нужды при эксплуатации нескольких объектов подвешивать под УЭЦН несколько приборов, можно обойтись проведением исследований одним прибором с осуществлением движения от пласта к пласту;
- во-вторых (финансовая сторона вопроса), при подвеске приборов под УЭЦН необходимо каждую установку оснащать приборами, с Y-Tool один прибор может применяться на нескольких скважинах, поочередно проводя исследования на одной, второй, третьей и т.д.;
- в-третьих, при малой наработке приборов с подвеской под УЭЦН (вследствие отказа по засорению расходомера или отказа по причине негерметичности любого другого прибора), Y-Tool позволяет заменить прибор без подъёма установки.

Комплектация байпасных систем Y-Tool

Современные методы промысловых исследований с использованием передовой геофизической аппаратуры позволяют выполнять оценку текущей насыщенности пласта и свойств флюидов, определять причины снижения продуктивности, выявлять межпластовые и внутрипластовые перетоки, проводить диагностику состояния скважины после ГРП и др.

В результате проведения исследования обеспечивается получение детальной информации, которая может быть использована:

- для определения профиля притока газожидкостной смеси (ГЖС) и состава флюида из различных интервалов;
- для идентификации множественных трещин ГРП в интервале воздействия;
- для выделения невыработанных зон пласта;
- для оценки технического состояния скважины, потенциала стимуляции пласта и качества гравийной набивки.

Основные затруднения при реализации исследований связаны с необходимостью их проведения в различных интервалах скважин при одновременном создании депрессии на пласт. Также исследования должны проводиться при различных депрессиях на пласт, что зачастую проблематично обеспечить без спуска добывающего оборудования. К другим видам затруднений следует отнести необходимость интерпретации данных в виде трёхмерных моделей и оценки состояния заколонного пространства и призабойной зоны пласта. Все эти работы повышают эффективность эксплуатации, но при этом техническая сложность их реализации может привести к увеличению сроков реализации проекта.

Кратко рассмотрим технологию проведения операции по исследованию скважин с помощью байпасной системы Y-Tool.

На первом этапе выполняется анализ конструкции скважины, подбирается комплекс проводимых исследований и геофизических приборов, а также выбирается система УЭЦН. Далее подбирается конфигурация байпасной системы Y-Tool с учётом рассчитанных предельных нагрузок, воспринимаемых всей компоновкой при спуске в соответствии с фактическим профилем скважины.

Следующим шагом становится выбор способа доставки геофизических приборов на забой, после чего уточняется конфигурация внутрискважинного оборудования и комплекс дополнительного оборудования для проведения операций. Так, в некоторых

случаях требуется применение НКТ меньшего диаметра над Y-Tool для упрощения процесса установки пробок и клапанов. На заключительном этапе формируются рекомендации по составу компоновки спускового инструмента.

Сегодня байпасные системы Y-Tool активно применяются для одновременно-раздельной эксплуатации нескольких продуктивных пластов, обеспечения возможности использования систем с резервной УЭЦН. Также с помощью байпасных систем можно проводить различные операции при работающей УЭЦН, включая:

- геофизические исследования;
- обработку призабойной зоны пласта;
- изменение интервала перфорации;
- отбор проб с забоя скважины;
- закачку жидкости под давлением;
- изоляцию нижележащих зон скважины;
- защиту УЭЦН в режиме фонтанирования и управление циркуляционными муфтами (премиум порты) в составе системы нижнего заканчивания.

На рисунке 1 представлены основные компоненты байпасной системы. В стандартной конфигурации компоновка включает в себя переводник, верхний ниппель, байпасный блок, подключаемый к нему ниппель байпасной линии, телескопический патрубков, переводник подвески насоса, байпасную трубу, протектор удлинителя и опорный блок.



Рисунок 1 – Комплектация байпасной системы Y-Tool

Для герметизации и обеспечения возможности прохода каротажных приборов в составе байпасных систем могут использоваться различные муфты. Муфта переводника, например, соединяет байпасную систему с НКТ, при этом соединение должно соответствовать типу используемых НКТ (рис. 2). Применение муфты позволяет осуществлять её быструю замену в случае повреждения без демонтажа другого оборудования. В свою очередь, переводник обеспечивает соединение Y-блока с НКТ. Оборудование выбирается с учётом возможности установки пробок и клапанов определённого диаметра.

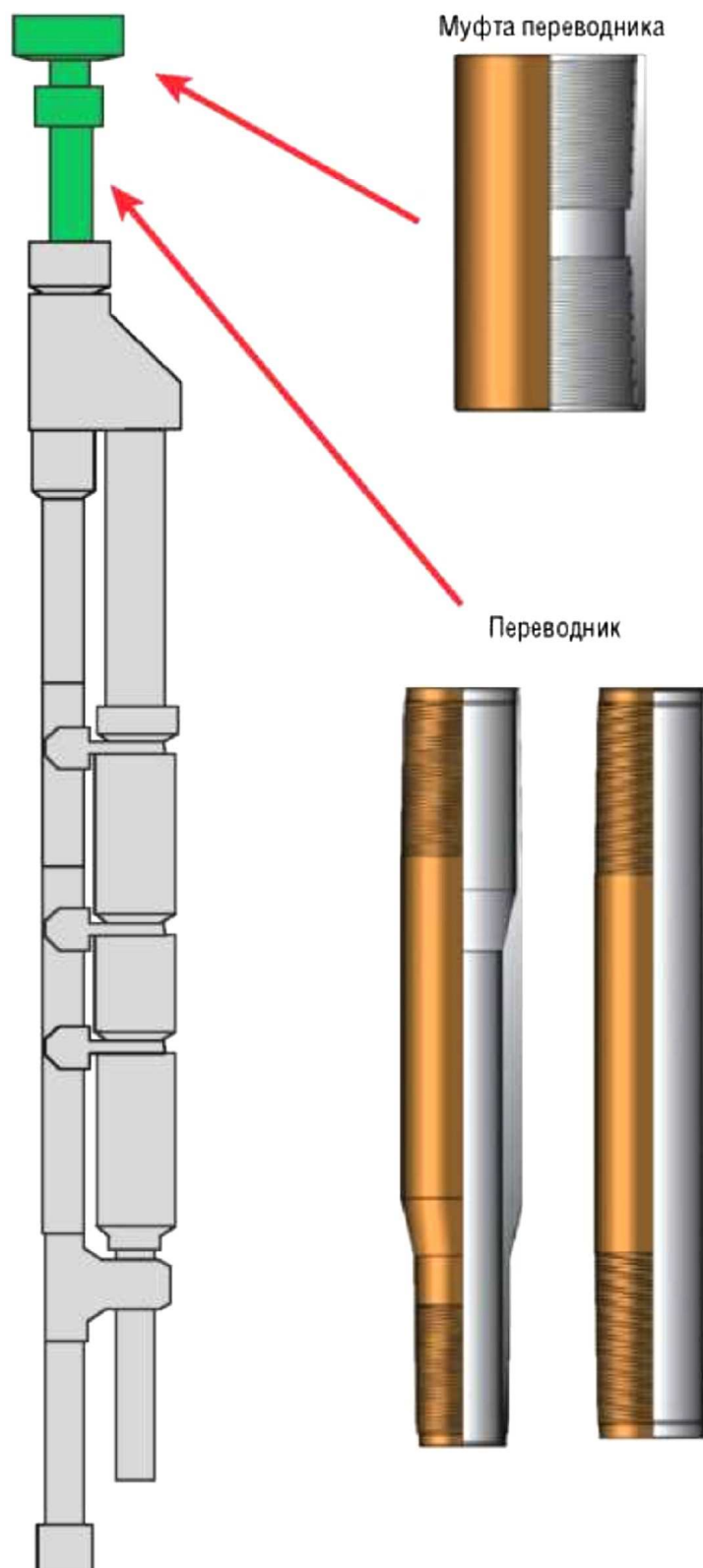


Рисунок 2 – Муфта переводника и переводник

Y-блок (или тройник) объединяет байпасную и выкидную линии, соединённые с насосом в нижней части, и переводник, соединённый с НКТ в верхней (рис. 3). Тройник оснащён специальным пазом для прокладки кабельных удлинителей и контрольных линий, защита которых обеспечивается дополнительными пластинами.

Опционально может применяться Y-блок с отклонителем, который автоматически открывается при запуске ЭЦН. В этом случае отсутствует необходимость в использовании глухой пробки и обратного клапана, а также эластомеров в зоне уплотнения.

Переводник подвески насоса обеспечивает канал связи между Y-блоком и УЭЦН (рис. 4). Резьбовое соединение в нижней части должно соответствовать типу резьбы выкидного модуля ЭЦН.

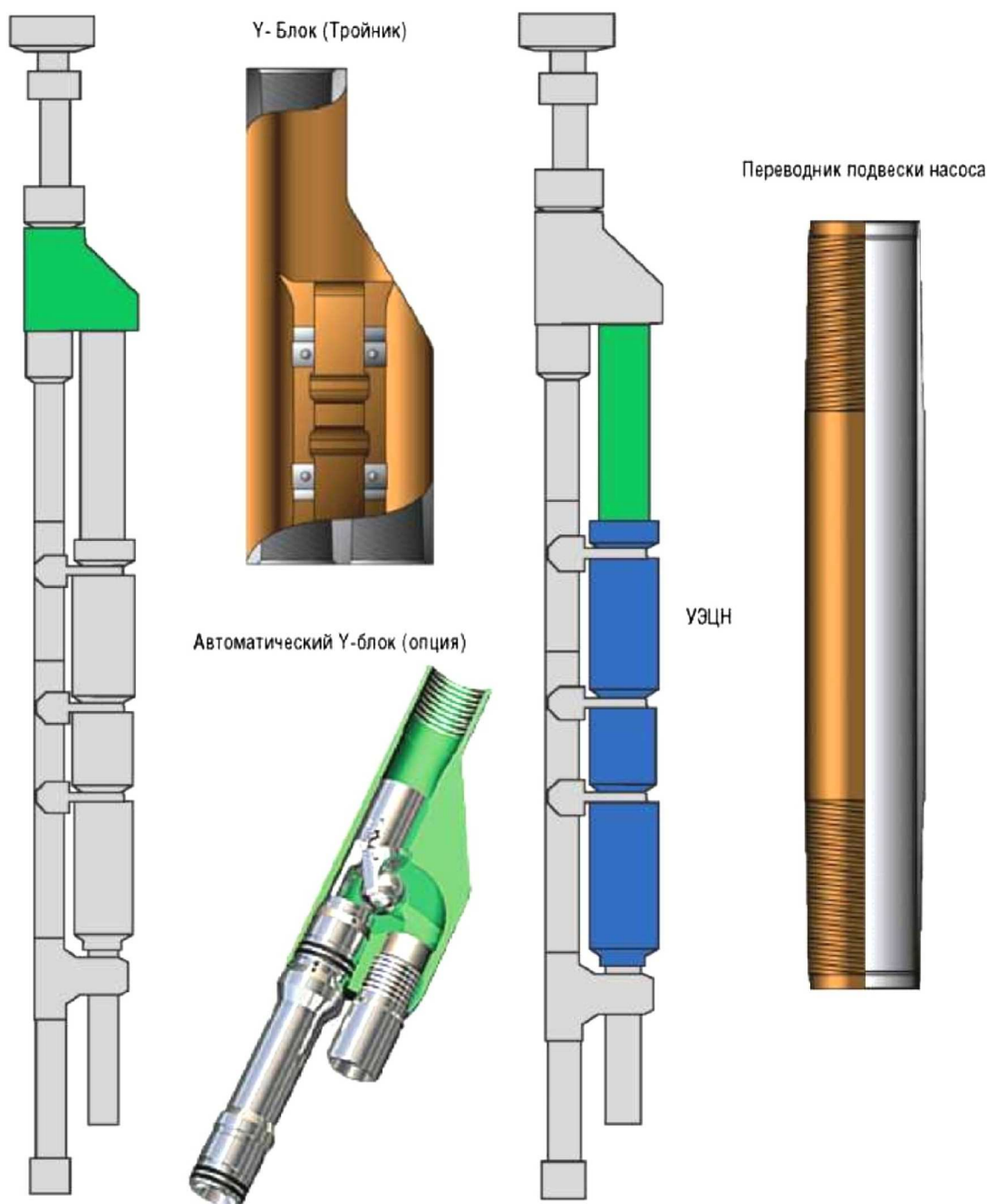


Рисунок 3 – Y-блок и автоматический Y-блок Рисунок 4 – Переводник подвески насоса и УЭЦН

Установка ЭЦН используется в том числе для создания необходимой депрессии на пласт. Все оборудование должно быть подобрано с учётом заданных параметров для выполнения комплекса исследований при различных дебитах ГЖС.

Применение TMC WellLift с датчиками на приёме и в выкидной линии насоса позволяет обеспечить детальный мониторинг эксплуатации оборудования и достичь максимального МРП.

Верхний ниппель применяется для установки обратного клапана выше Y-блока (тройника) или изолирующей муфты и обеспечивает возможность опрессовки НКТ или установки гидравлически активируемых пакеров (рис. 5).

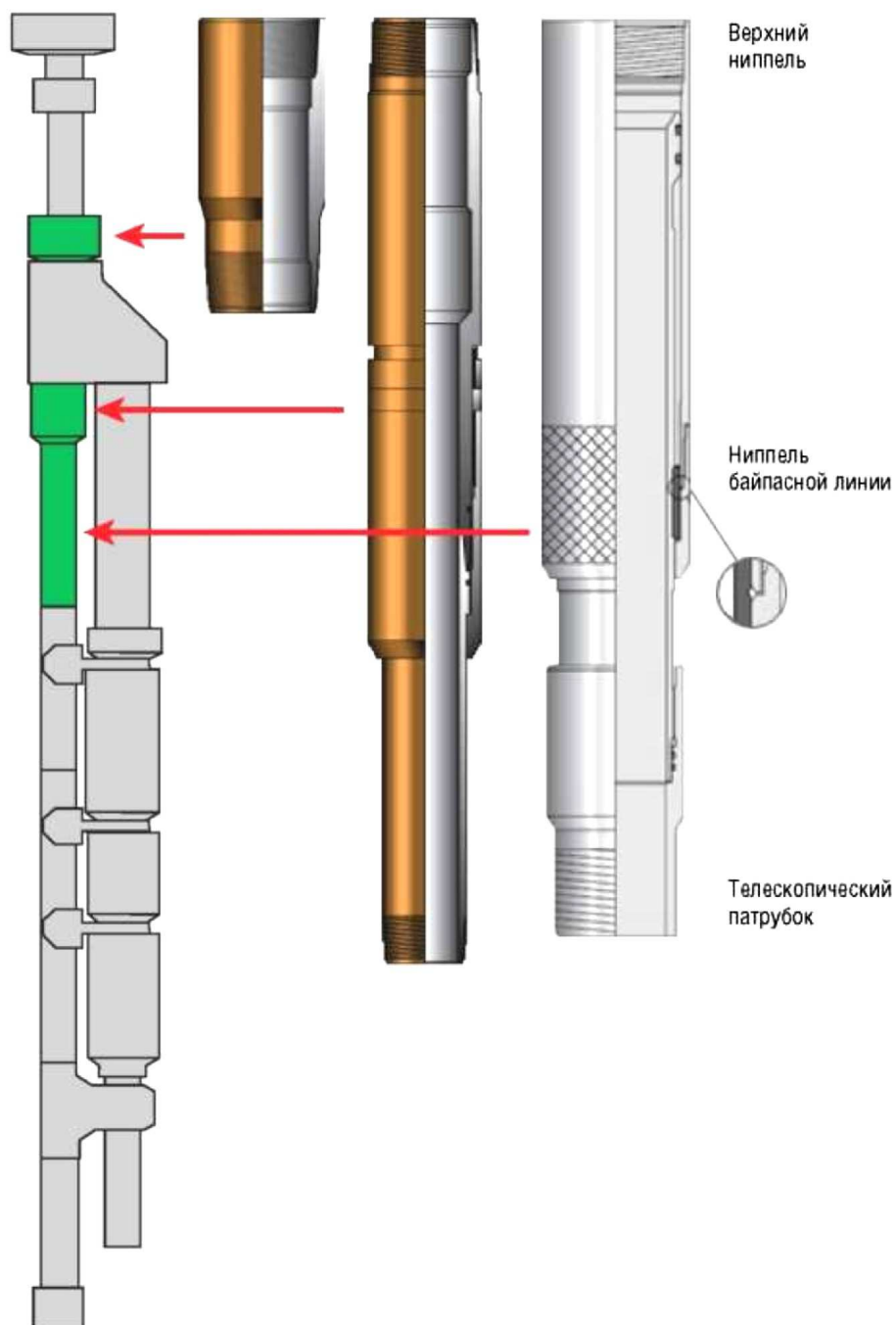


Рисунок 5 – Верхний ниппель, ниппель байпасной линии и телескопический патрубок

Ниппель байпасной линии обеспечивает соединение тройника с элементами байпасной линии. Ниппель расположен в зоне установки глухой пробки, которая предотвращает рециркуляцию потока жидкости вдоль байпасной линии при работе насоса. Также его можно разместить в зоне установки каротажных пробок.

Ещё один важный элемент системы – байпасные трубы, которые устанавливаются вдоль УЭЦН и обеспечивают канал для прохождения оборудования канатно-тросовой техники или колтубинга в интервалы ниже системы Y-Tool (рис. 6). Трубы со-

единяются при помощи безмуфтовых соединений для обеспечения минимального внешнего диаметра и максимального внутреннего диаметра байпасной линии. В зависимости от воспринимаемых нагрузок могут использоваться различные типы резьбовых соединений. В случае если в байпасной линии создается высокое давление или байпасная линия воспринимает значительные растягивающие нагрузки, используются премиальные резьбовые соединения типа ST-L.

Опорный блок насоса используется при наличии больших растягивающих нагрузок, воспринимаемых системой Y-Tool (рис. 7). Применение опорного блока насоса позволяет осуществлять монтаж всей байпасной системы в течение одного цикла, при этом исключается необходимость фактической подгонки байпасной линии к длине УЭЦН непосредственно при монтаже оборудования на устье скважины. При использовании опорного блока отпадает необходимость в защитном хомуте байпасной линии при монтаже, что снижает риски обрыва оборудования при сборке на устье скважины. Помимо этого, сокращается время монтажа оборудования. В настоящий момент разработано несколько типов конструкций опорного блока.

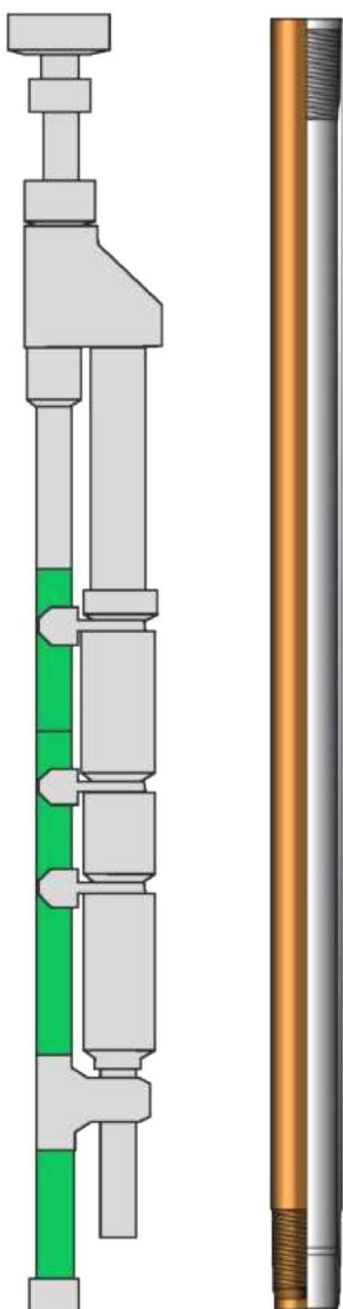


Рисунок 6 – Байпасные трубы

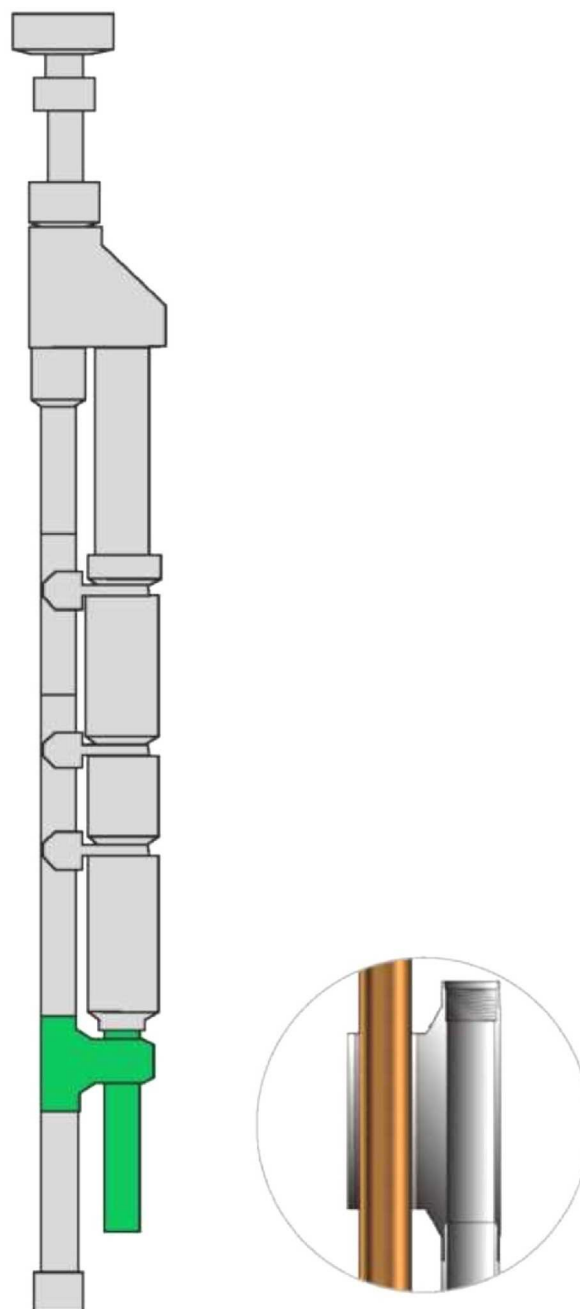


Рисунок 7 – Опорный блок насоса

Геофизическая воронка устанавливается в нижней части байпасной линии и упрощает прохождение и извлечение геофизических приборов и дополнительного оборудования при использовании канатно-тросовой техники или колтюбинга (рис. 8). С целью снижения рисков при проведении внутрискважинных операций к геофизической воронке может дополнительно подвешиваться колонна труб для обеспечения прямого канала связи с хвостовиком.

Байпасные хомуты фиксируют систему байпасных труб с УЭЦН и обеспечивают центрирование системы в скважине (рис. 9). Также они служат для защиты кабельных удлинителей и контрольных линий. Конструкция хомутов позволяет компенсировать температурное расширение металла при различных режимах эксплуатации оборудования. Использование хомутов существенно упрощает монтаж оборудования.

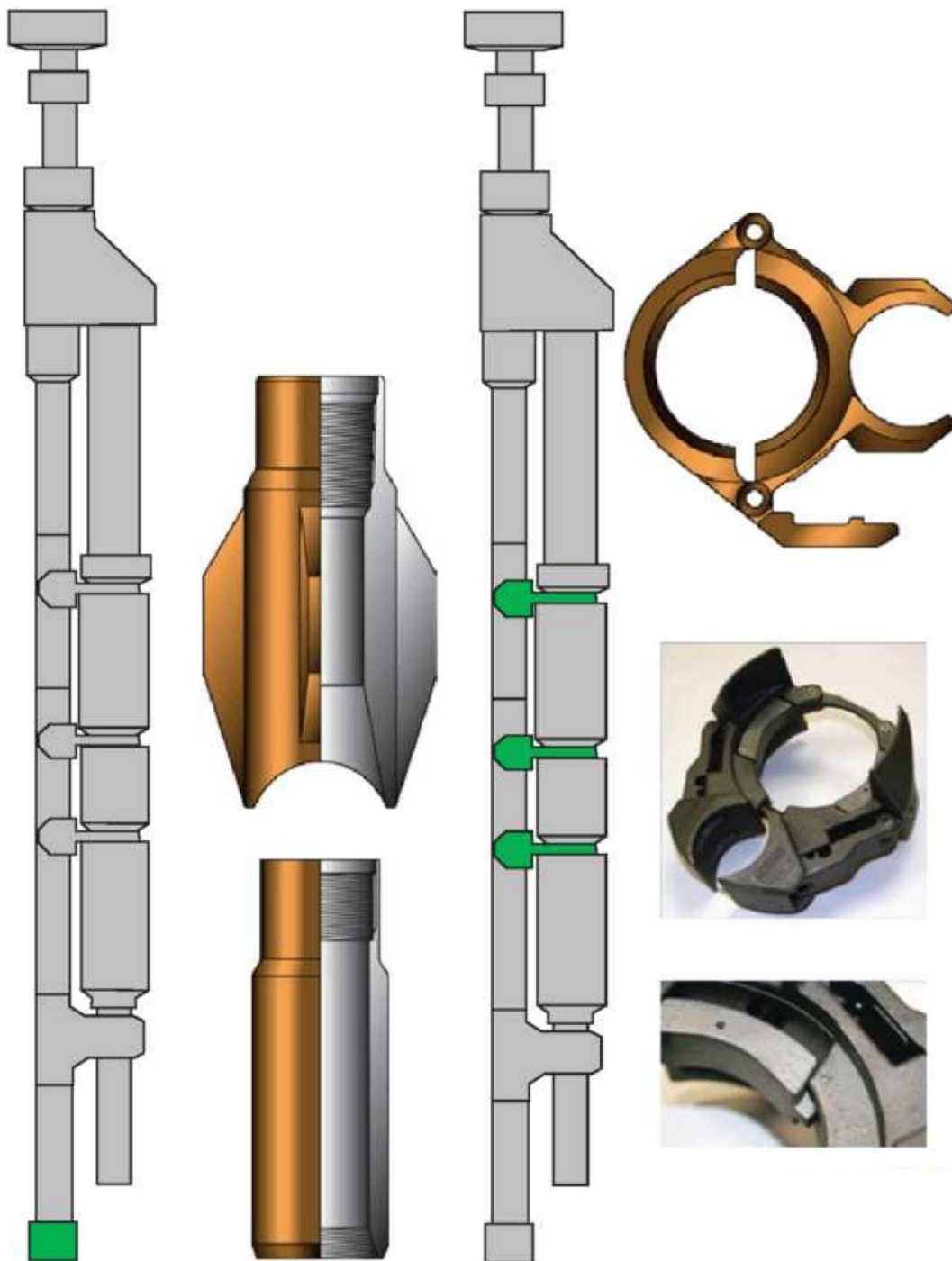


Рисунок 8 – Геофизическая воронка

Рисунок 9 – Байпасные хомуты

На рисунке 10 показано функционирование системы при установке различных элементов, таких как глухая пробка, каротажная пробка, обратный клапан и др. Эти устройства помогают проводить геофизические исследования без необходимости извлечения оборудования из скважины.

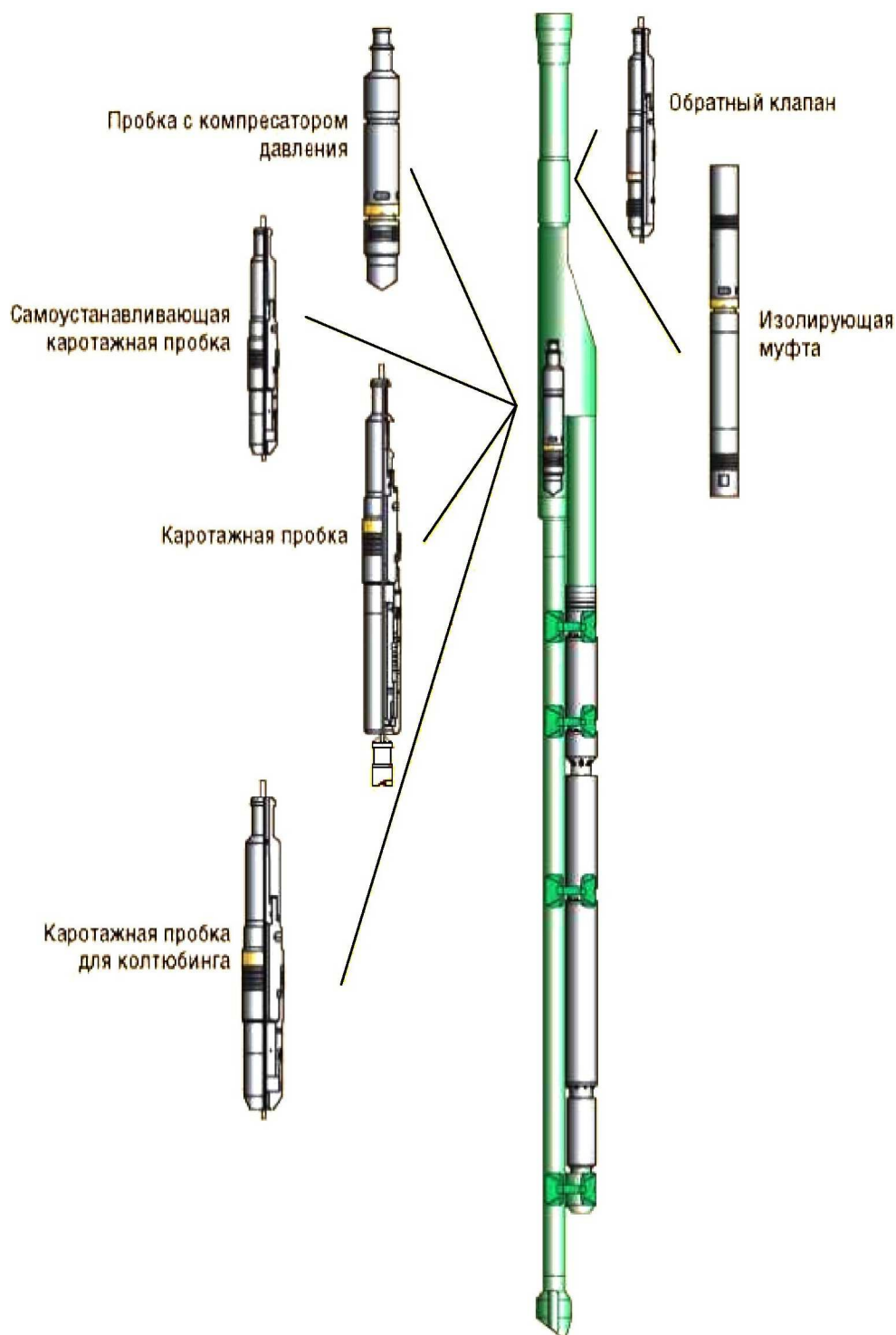


Рисунок 10 – Функционирование системы при установке различных элементов

Глухая пробка с компенсатором давления устанавливается в ниппеле байпасной линии и предотвращает рециркуляцию потока жидкости вдоль байпасной линии при работе насоса (рис. 11). Конструкция пробки позволяет выравнять давление сверху и снизу пробки при её извлечении. Глухая пробка бывает нескольких видов. Стандартная глухая пробка устанавливается в ниппеле с помощью зажимных цанг. Её

конструкция позволяет извлекать пробку с приложением существенно меньшей нагрузки, поэтому данную пробку не рекомендуется применять при фонтанировании скважины, а также с ГНКТ, поскольку необходимо учитывать и постоянно контролировать максимальный перепад давления снизу и сверху пробки с целью предотвращения её вылета с посадочного места.

Также существует так называемая запирающаяся глухая пробка, оборудованная принудительным жёстким механизмом закрепления в ниппеле. Данная конструкция может использоваться при фонтанировании скважины или в случае применения ГНКТ.

Изолирующая муфта устанавливается в ниппеле байпасной линии и перекрывает зону до верхнего ниппеля, при этом создаётся прямой канал между НКТ и байпасной линией (рис. 12). Изолирующая муфта применяется для защиты УЭЦН в режиме фонтанирования, либо при проведении дополнительных операций через байпасную линию (например, при закачке жидкости).

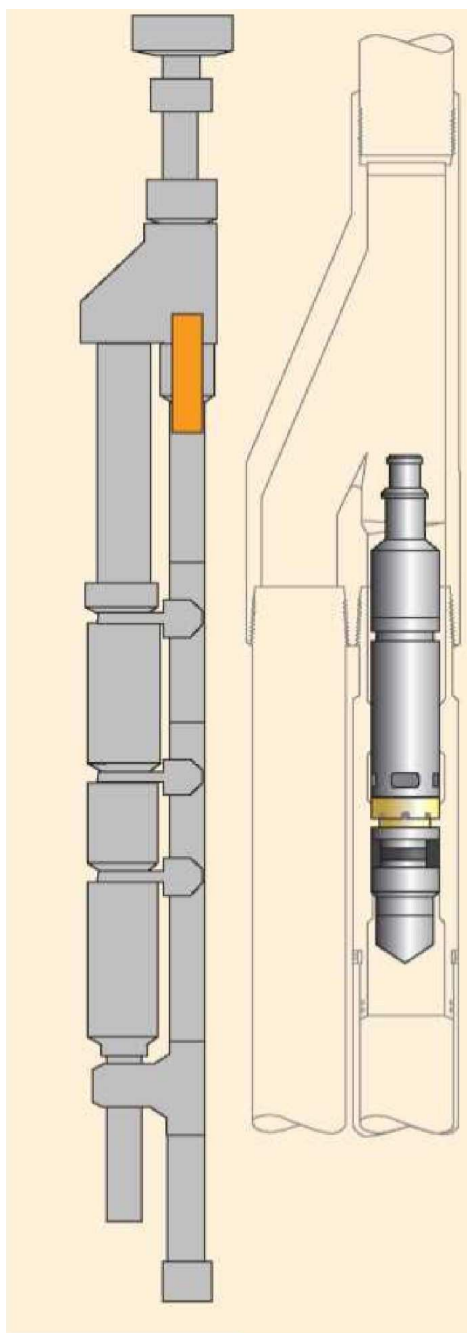


Рисунок 11 – Глухая пробка с компенсатором давления

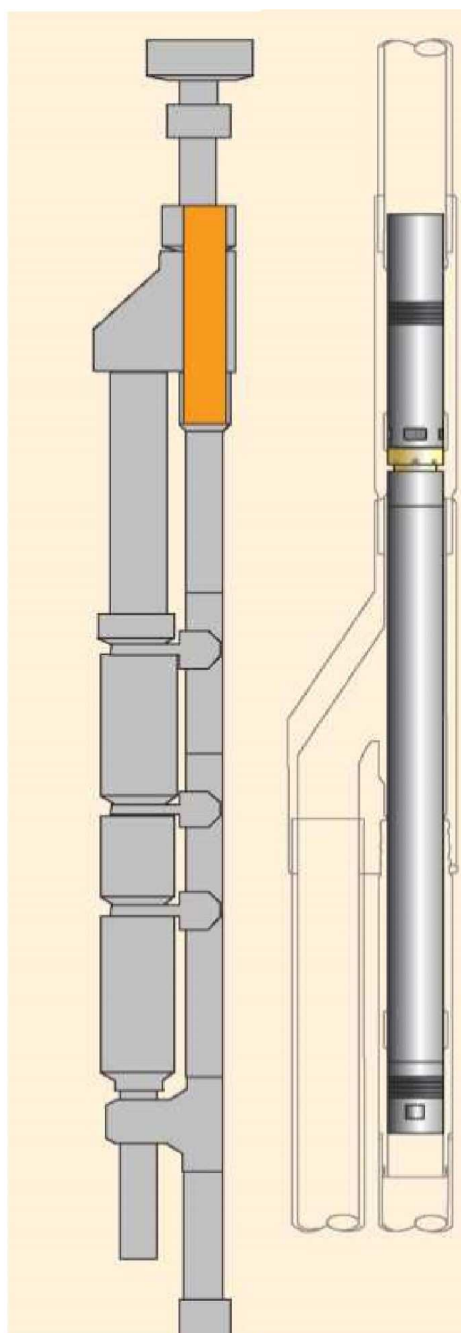


Рисунок 12 – Изолирующая муфта

Обратный клапан устанавливается в верхнем ниппеле и позволяет производить опрессовку колонны НКТ (рис. 13). Также он используется для установки гидравлически активируемого пакера выше Y-Tool.

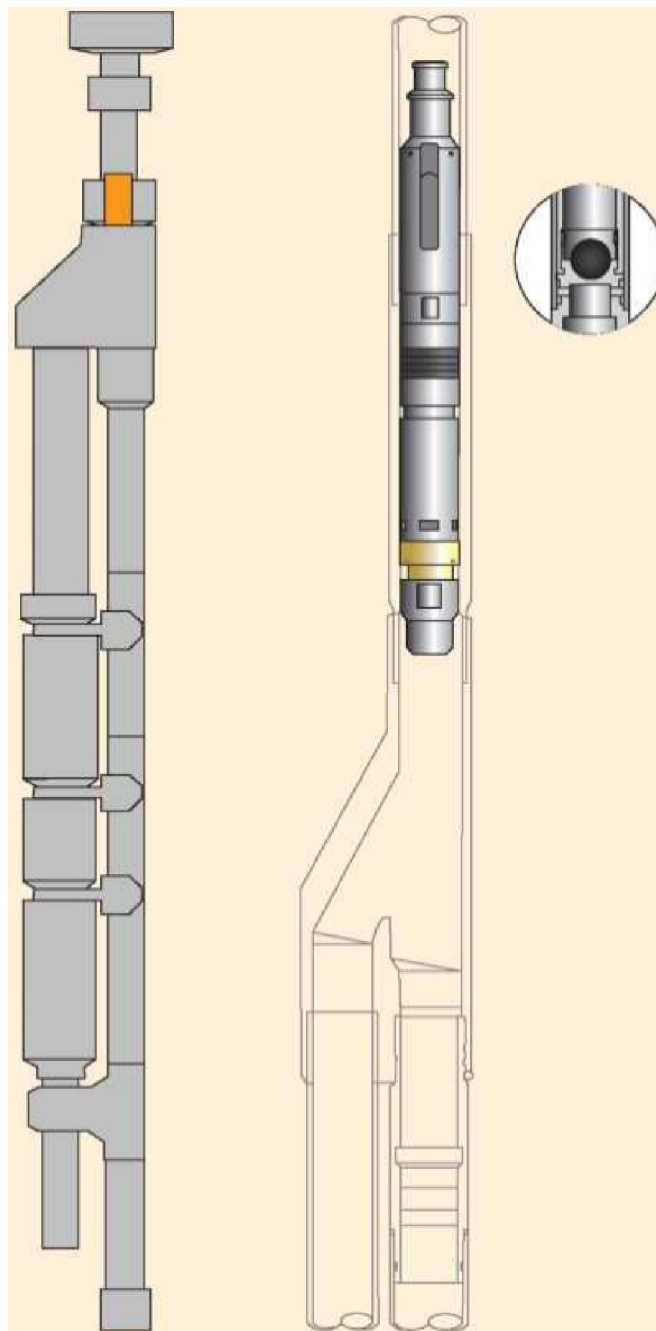


Рисунок 13 – Обратный клапан

Каротажная пробка устанавливается в ниппеле байпасной линии и обеспечивает герметичность байпасной линии при проведении исследований и одновременной эксплуатации насоса (рис. 14). Специальный канал внутри пробки обеспечивает прохождение троса, а герметизация внутренней полости обеспечивается благодаря подбору уплотняющей вставки соответствующего диаметра. Окончательная установка каротажной пробки выполняется с помощью кабельного захвата, монтируемого на трос. Зона установки кабельного захвата ограничивает глубину спуска геофизических приборов и должна быть определена максимально точно. Для фиксации геофизических приборов при возможном обрыве каната при подъеме может быть использован специальный захватный механизм.

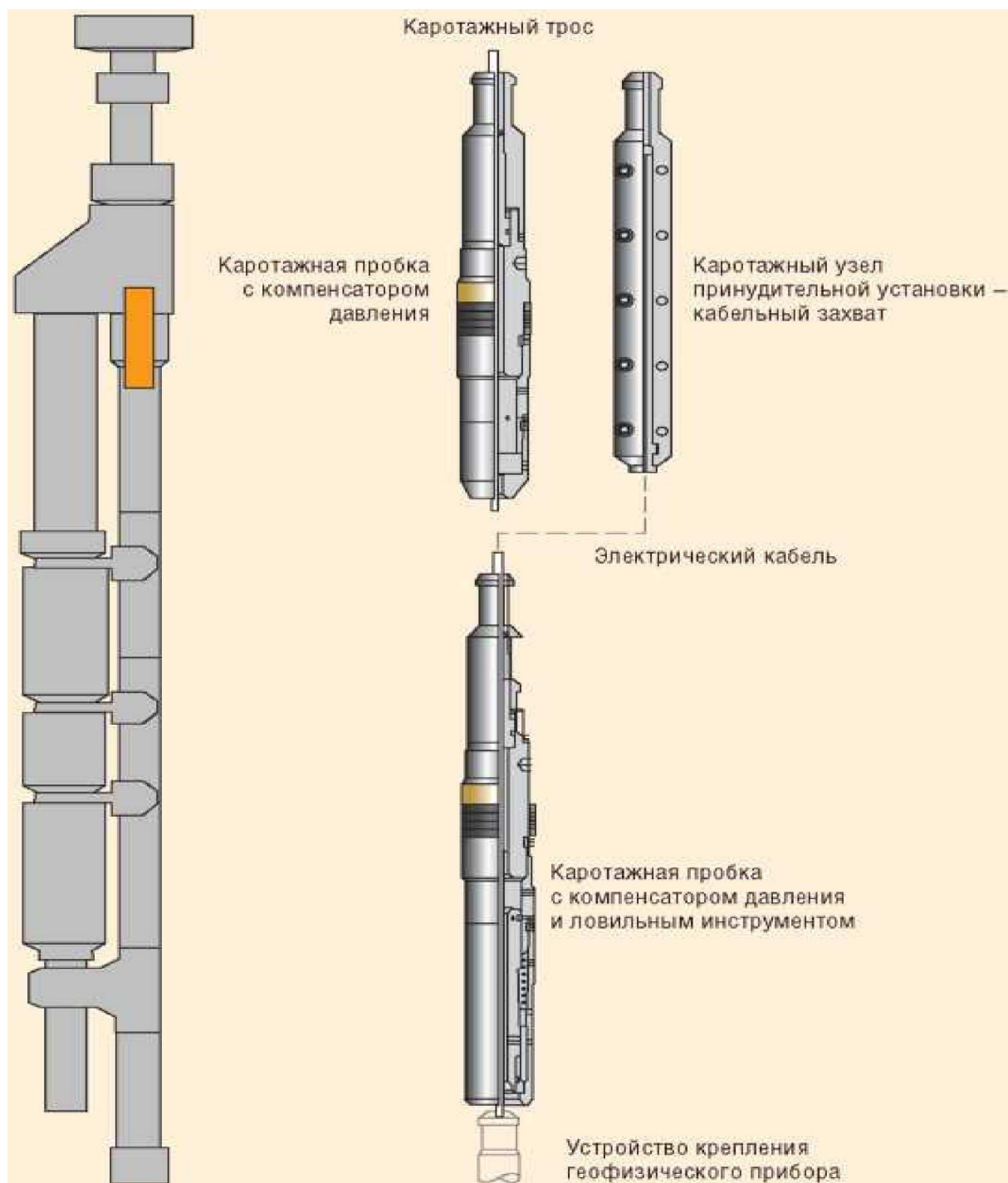


Рисунок 14 – Каротажная пробка

В свою очередь, каротажная пробка для колтюбинга обеспечивает герметичность байпасной линии при проведении исследований с применением ГНКТ (рис. 15). Для установки пробки на ГНКТ необходим специальный зажим, который подбирается в зависимости от диаметра ГНКТ и толщины стенки. Пробка автоматически устанавливается в ниппеле байпасной линии при спуске и позволяет свободно пропускать ГНКТ через себя.

Компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга показана на рисунке 16. На рисунке 17 представлены габариты байпасной системы.

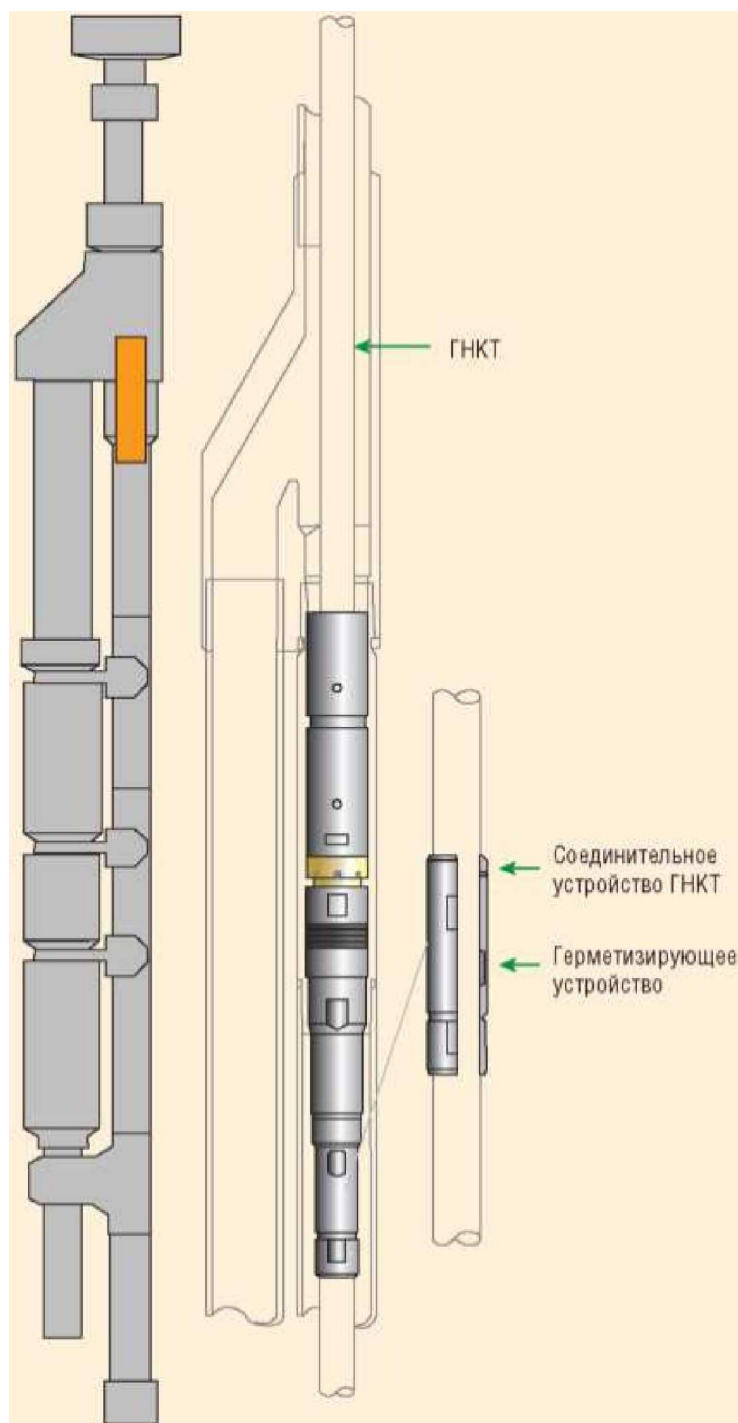


Рисунок 15 – Каротажная пробка для колтюбинга



Рисунок 16 – Компоновка установочного инструмента при использовании колтюбинга

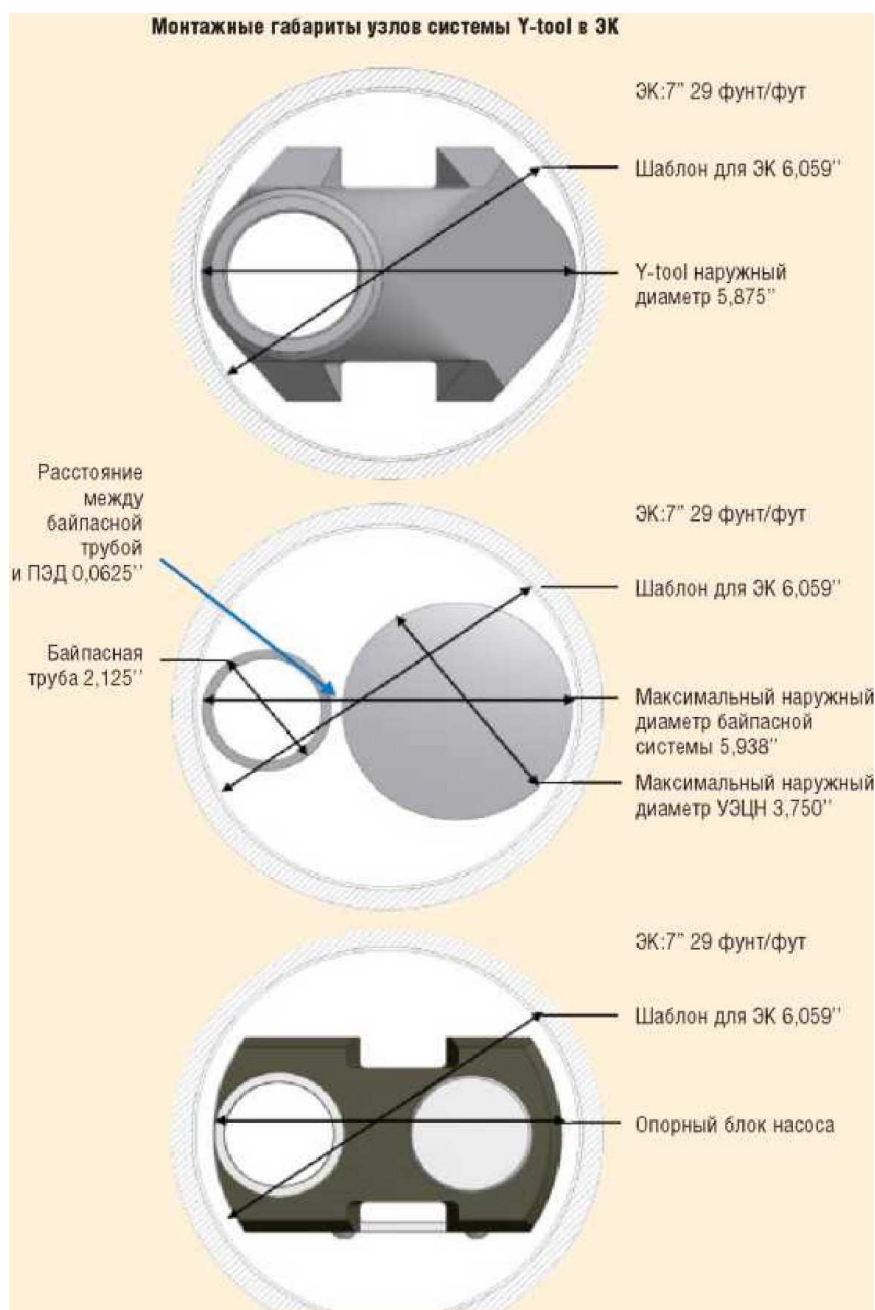


Рисунок 17 – Габариты системы Y-Tool

Проведение каротажных исследований скважин

Каротажные исследования скважин могут выполняться двумя способами: с применением канатно-тросовой техники или с применением колтюбинговой установки.

В первом случае технология предусматривает следующий порядок действий. Сначала с помощью специального инструмента из Y-Tool извлекается глухая пробка, после чего осуществляются подбор и установка уплотняющей вставки каротажной пробки в соответствии с диаметром используемого троса для обеспечения герметичности линии. Далее пробка вместе с компоновкой геофизических приборов спускается на кабеле на глубину, равную участку от низа Y-Tool до максимальной глубины исследований. Следующим шагом становится установка специального канатного захвата, после чего выполняется спуск компоновки геофизических приборов с установкой каротажной пробки в ниппеле байпасной линии. Затем осуществляется запуск УЭЦН, и проводятся необходимые исследования на различных режимах. После чего каротажная пробка и геофизическое оборудование извлекаются из скважины, и производится повторная установка глухой пробки.

При использовании установки колтюбинга глухая пробка точно также извлекается из Y-Tool с помощью специального инструмента, затем подбирается и устанавливается уплотняющая вставка каротажной пробки в соответствии с диаметром используемой ГНКТ для обеспечения герметичности линии.

Затем с помощью специального зажима необходимо присоединить компоновку геофизических приборов и после этого закрепить каротажную пробку в компоновке с геофизическими приборами. Далее осуществляется спуск компоновки до момента установки каротажной пробки в ниппеле байпасной линии Y-Tool. Пробка автоматически установится в ниппеле байпасной линии и позволит спускать ГНКТ с компоновкой геофизических приборов далее на забой. После спуска геофизических приборов и запуска УЭЦН проводятся сами исследования. На заключительном этапе каротажная пробка для колтюбинга и геофизическое оборудование извлекаются из скважины, и осуществляется повторная установка глухой пробки.

Применяемые геофизические приборы

Кратко рассмотрим геофизические приборы, рекомендуемые для проведения различных видов исследований, например, исследования режима потока флюидов в горизонтальных скважинах.

Как известно, даже при небольших зенитных углах лёгкие фазы занимают верхнюю часть ствола. Стандартные приборы контроля не могут полностью охарактеризовать многофазный поток фаз в наклонных и горизонтальных скважинах. Поэтому для горизонтальных скважин необходимый комплекс исследований включает профилометрию, шумомерию, термометрию, использование трассеров, в том числе многодатчиковых комплексов для контроля и мониторинга горизонтальных скважин. Такие многодатчиковые комплексы позволяют занять весь объём скважины и определить режим потока флюидов вдоль всего ствола.

Для проведения исследований в горизонтальных стволах можно использовать автономный комплексный прибор COVA-C6 AK5-30-80. Его основные преимущества заключаются в малом диаметре (30 мм), наличии датчика СТИ, возможности автономной работы и сравнительно низкой стоимости. Из недостатков стоит отметить отсутствие распределённых датчиков (один расходомер, размещённый в центре компоновки, делает исследования низкоинформативными в горизонтальных и наклонных скважинах) и относительно низкую чувствительность.

Следующий зарекомендовавший себя прибор – это АГАТ-КСА-К9, который также характеризуется малым диаметром (38 мм) и наличием датчика СТИ. Распределённые датчики в данном случае также отсутствуют: два расходомера, размещённые в центре компоновки, делают исследования низкоинформативными в горизонтальных и наклонных скважинах. За счёт этого снижаются качество и объём данных. Чувствительность прибора относительно низкая. Однако сам прибор и его техническое обслуживание стоят недорого.

Также существует другая модификация прибора АГАТ – АГАТ-42-КГ-6В – предназначенная для геофизических исследований эксплуатационных горизонтальных скважин. Прибор используется для контроля разработки нефтяных и газовых месторождений и позволяет регистрировать такие параметры, как:

- влагосодержание (шесть датчиков);
- угол вращения прибора вокруг своей оси;
- угол наклона;
- температуру (два датчика);
- давление а также проводить механическую расходомерию (два датчика);

термоиндикацию притока; локацию муфт; определять мощность экспозиционной дозы гамма-излучения и удельное сопротивление жидкости.

Для контроля разработки и проведения объёмных исследований может применяться технически более совершенный многозондовый прибор MAPS, укомплектованный расходомером (SAT), влагомером (CAT) и резистивиметром (RAT) для определения типа фаз и скорости потока каждой из них. За счёт многочисленных датчиков обеспечивается высокая точность исследований. Прибор определяет интервалы обводнения скважины и прорыва газа, а специальные сенсоры позволяют получить объёмное

представление о распределении флюида и скоростях потока. Также с помощью комплекса MAPS можно определять скорость потока вдоль ствола скважины; выделять три фазы (газ, нефть, вода) в расслоенном потоке. Прибор работает в скважинах с любым зенитным углом, в том числе горизонтальных, и совместим со всеми типами скважинных тракторов и ГНКТ.

На сегодняшний день многодатчиковый комплекс MAPS выпускается в нескольких комплектациях с различным количеством датчиков. Так, модификация с массивом из шести вертушек SAT, смонтированных на гибких рессорах, используется для измерения локальных потоков с малыми скоростями с интервалом 60 для определения скоростей каждой фазы.

Прибор с вертушками SAT применяется для регистрации скорости каждой фазы. Он полностью совместим со стандартными приборами. Каротаж выполняется как при движении, так и стационарно. Есть возможность индивидуального ориентирования сенсоров. Вращение прибора увеличивает разрешение профиля потока в скважине.

Многодатчиковый влагомер CAT различает фазы ГЖС (вода, нефть и газ) и оснащён 12 миниатюрными влагомерами, установленными на гибких рессорах. К его основным преимуществам можно отнести упрощённую механическую часть, возможность записи как на подъёме, так и на спуске, устойчивость датчиков к износу, возможность калибрования в воде, нефти и газовой среде, возможность быстрой смены датчиков, а также наличие независимого датчика вращения прибора. Тефлоновое покрытие уменьшает влияние давления на сенсоры. Вращение прибора повышает разрешающую способность. Кроме этого, есть возможность нормализации данных во время анализа.

Прибор с резистивным массивом RAT также оснащён 12 миниатюрными датчиками сопротивления на гибких рессорах. При скорости записи 10 м/мин. разрешение составляет один дюйм. Среди других преимуществ отметим хорошую дискретизацию «вода – углеводород», возможность учёта маленьких и быстрых капель пузырьков (например, прибор способен различить пузырёк диаметром один миллиметр при скорости движения 10 м/с), наличие независимого сенсора вращения, возможность нормализации во время анализа. Вращение прибора увеличивает разрешение профиля потока.

Компоновка приборов SAT, CAT и RAT показана на рисунке 18. Видно, что после прохождения одного зонда по пути потока к следующему зонду режим потока возвращается в первоначальное состояние. Полная длина сборки, включающей комплекс MAPS и стандартный комплекс ПГИ, составляет 11–15 м.

Для оценки параметров продуктивного пласта в обсаженных скважинах и контроля добычи рекомендуется использовать многофункциональный импульсный нейтронный прибор RPM. С его помощью можно измерять такие параметры, как водонасыщенность (нейтронный захват, нейтронное рассеивание, FluidView) и газонасыщенность пласта (GasView), скорость потока воды (гидролог, каротаж затрубных потоков, FlowShot), а также определять компонентный состав скважинных флюидов.

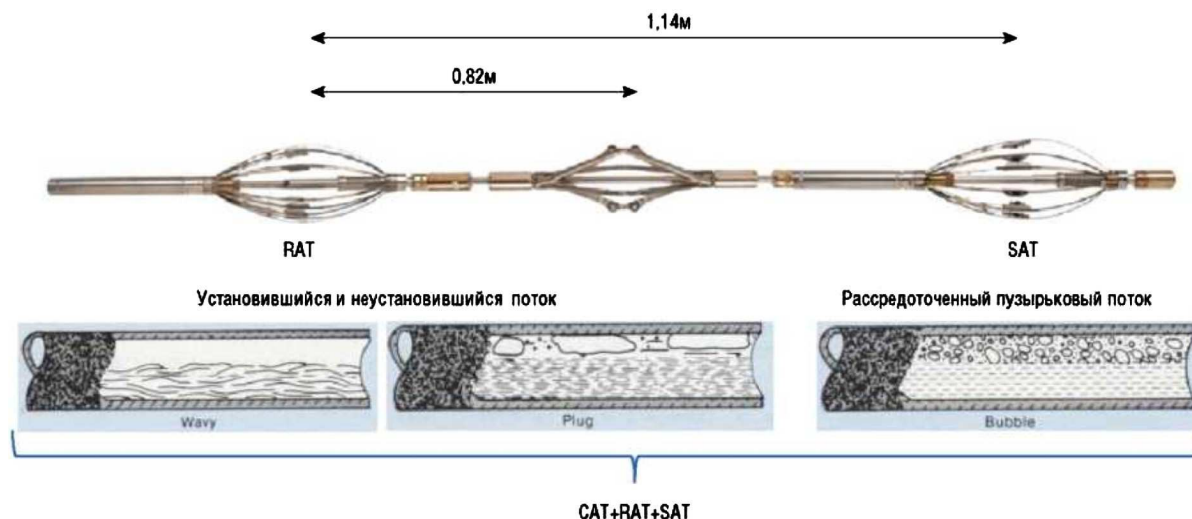


Рисунок 18 – Компоновка приборов SAT, RAT и CAT

На рисунке 19 приведён пример работы RPM в режиме FlowShot. Этот прибор может дать распределение затрубных скоростей и дополнительную информацию об источниках поступления воды в затрубное пространство. RPM позволяет выявить как перетоки воды за колонной, так и перетоки через набухающие пакеры. С использованием приборов MAPS и RPM можно проводить измерения в затрубном пространстве (рис. 20).

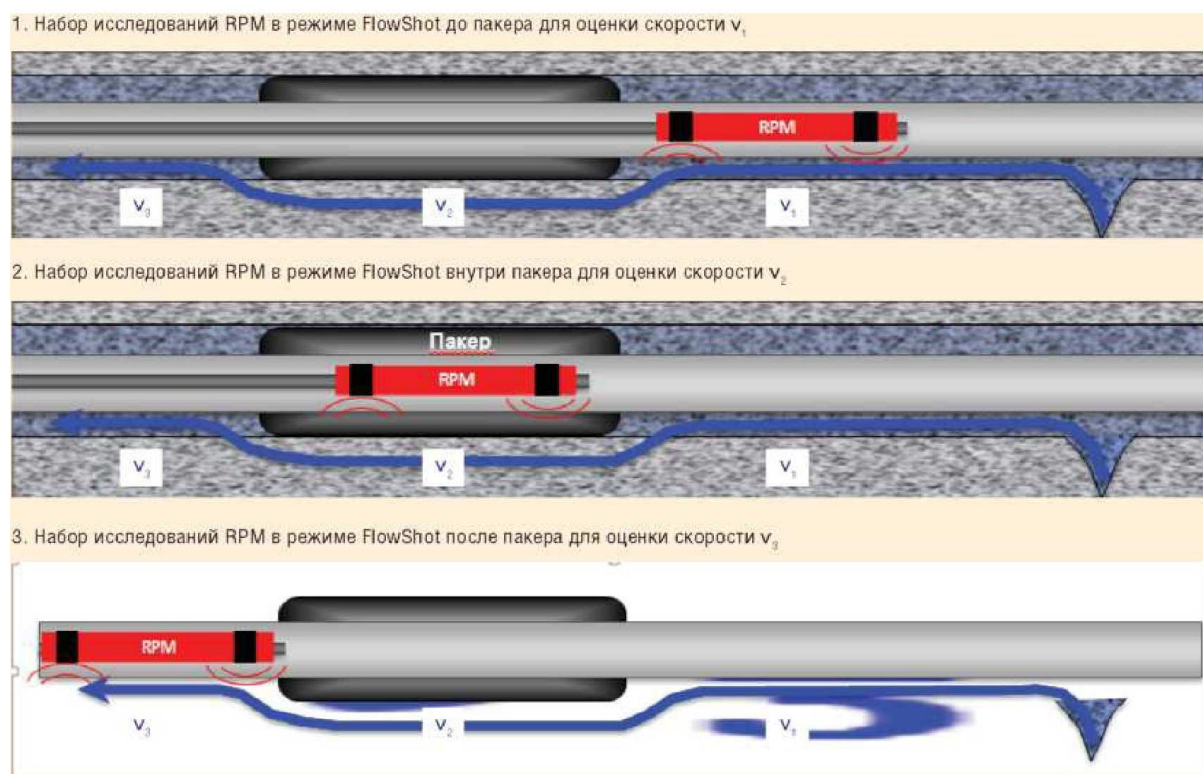


Рисунок 19 – Пример работы прибора RPM в режиме FlowShot

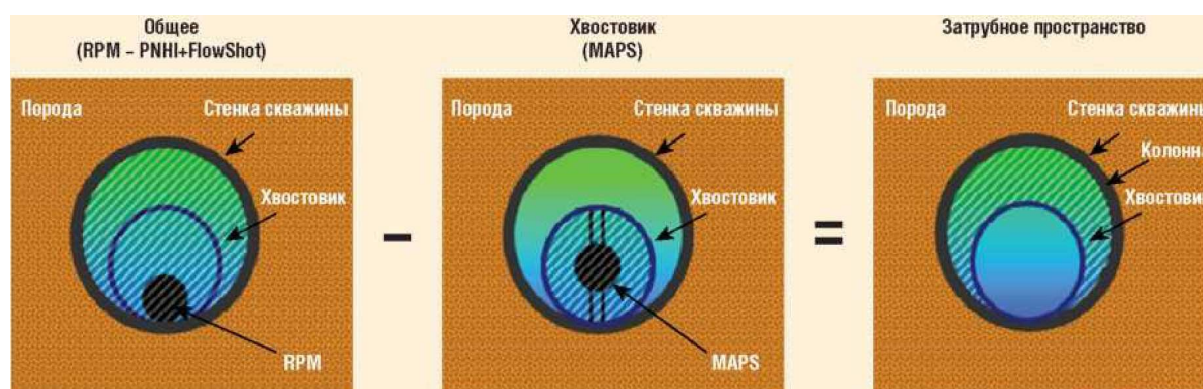


Рисунок 20 – Измерение объёмного количества и потоков флюида в затрубном пространстве

Способы доставки геофизических приборов на забой

Планирование работ и процедура проведения исследований

На забой геофизические приборы могут быть доставлены несколькими способами, например, с использованием скважинного трактора. Это стандартный и дешёвый метод, который не требует применения дополнительного оборудования. Вместе с тем существует ряд ограничений на его использование, в числе которых внутренний диаметр байпасной трубы, максимальное тяговое усилие, ограничение по максимальному искривлению ствола скважины и низкая скорость каротажа при спуске в скважину.

Второй способ подразумевает использование установки колтюбинга. Его основные преимущества – отсутствие ограничений по диаметру байпасной линии и макси-

мальному искривлению ствола скважины. При использовании колтюбинга параллельно можно проводить другие операции, например, кислотную обработку, закачку азота и др.

Говоря о недостатках, стоит отметить, что это более дорогой метод, применение которого требует больше времени на подготовку операций и предусматривает проведение более детальной проработки компоновки внутрискважинного оборудования. Также колтюбинг может создавать эффект свабирования и вызывать нестабильность потока.

И третий способ доставки геофизических приборов на забой – это так называемый метод Slickline, подразумевающий использование специальной канатно-проводочной аппаратуры. У данного метода есть неоспоримое преимущество – низкая стоимость и доступность. Среди недостатков отметим ограничение по максимальному искривлению ствола скважины, запись данных во внутреннюю память вместо передачи в режиме онлайн на поверхность, а также использование метода в основном в вертикальных стволах скважин.

Процедура проведения исследований обычно включает несколько последовательных этапов. На первом этапе формируется программа исследований, далее подбирается соответствующая комбинация приборов для достижения целей каротажа. После этого производится испытательный спуск для подтверждения размеров оборудования системы заканчивания и выявления неизвестных препятствий. На следующем этапе создаётся стабильный режим потока ГЖС (данные промыслового каротажа не интерпретируемы, если режимы потока изменяются). Затем регистрируются дебиты ГЖС, значения давлений на различных участках скважины. После этого подбирается вспомогательное оборудование (например, шарнирный соединитель, центраторы, вертлюги и др.) для соответствия методу спуска приборов. На заключительном этапе уточняются детали каротажной программы, и проводится интерпретация данных промысловых исследований.

При планировании работ и интерпретации данных используется различная информация. Во-первых, данные каротажа. Во-вторых, информация о конструкции скважины и применяемом внутрискважинном оборудовании, включая систему нижнего заканчивания (важно знать внутренние диаметры всех элементов и препятствия в скважине). Помимо этого, необходимы данные инклинометрии, данные по дебитам нефти, газа и воды на поверхности, PVT, минерализации, (GOR при растворённом газе и т.д.) и дополнительная скважинная информация, например, данные открытого ствола, цементометрии, кавернометрии и др.

Литература:

1. Лавриненко А.А. Применение байпасных систем Y-Tool для ПГИ // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2016. – № 6. – С. 58–77. – URL : <http://glavteh.ru/системы-y-tool-пги-baker-hughes/>
2. Ямшанов М.С. исследования наклонно-направленных и горизонтальных скважин с применением системы байпасирования УЭЦН // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2016. – № 6. – С. 78–83. – URL : <http://glavteh.ru> (исследования-наклонно-направленных).
3. Пархимович А.Ю., Валиуллин А.С. Оборудование для исследований вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважин под действующим ЭЦН // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2013. – № 2. – С. 74–79.
4. Худяков Д. Опыт разработки и внедрения байпасных систем компании «Новомет» // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2011. – № 4. – С. 62–64.
5. Шаймарданов Р.Ф. Оборудование и технологии для организации ОРЭ и ОРЗ скважин с несколькими эксплуатационными объектами // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2012. – № 6. – С. 92–97.
6. Пат. № 2449117 Способ байпасирования насосной установки и система байпасирования для его реализации / Валиуллин А.С., Валиуллин М.С., Пархимович А.Ю., Соловьёв А.А., Свистунов А.В.
7. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.

9. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.
10. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.
11. Булатов А.И., Савенок О.В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 539 с.
12. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2010. – 522 с.
13. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин : учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар : Просвещение - Юг, 2011. – 603 с.
14. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 1. – 432 с.
15. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 2. – 532 с.
16. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 3. – 348 с.
17. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 4. – 464 с.
18. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

References:

1. Lavrinenko A.A. Use of the bypass Y-Tool systems for PGI // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2016. – No. 6. – Page 58–77. – URL : <http://glavteh.ru/системы-y-tool-при-baker-hughes/>
2. Yamshanov M.S. of a research inclined directed and horizontal well with use of system of a baypasirovaniye of UETsN // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2016. – No. 6. – P. 78–83. – URL : <http://glavteh.ru> (researches - inclined directed).
3. Parkhimovich A.Yu., Valiullin A.S. Equipment for researches vertical, the inclined directed and horizontal wells under the operating ETsN // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2013. – No. 2. – P. 74–79.
4. Khudyakov D. Experience of development and deployment of bypass systems of the No-vomet company // Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2011. – No. 4. – P. 62–64.
5. Shaymardanov R.F. The equipment and technologies for the ORE and ORZ organization of wells with several operational objects // the Technological oil and gas magazine «Inzhenernaya Praktika». – 2012. – No. 6. – P. 92–97.
6. Patent No. 2449117 Way of a Baypasirovaniye of Pump Installation and System of a Baypasirovaniye for his realization / Valiullin A.S., Valiullin M.S., Parkhimovich A.Yu., Solovyyov A.A., Svistunov A.V.
7. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – Т. 1. – 540 p.
8. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – Т. 2. – 576 p.
9. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs oil and gas wells : in 4 t. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – Т. 3. – 576 p.
10. Bulatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – Т. 4. – 512 p.
11. Bulatov A.I., Savenok O.V. Completion of oil and gas wells: theory and practice. – Краснодар : Education - the South, 2010. – 539 p.
12. Bulatov A.I., Savenok O.V. Complications and accidents at construction of oil and gas wells. – Краснодар : Education - the South, 2010. – 522 p.
13. Bulatov A.I., Voloshchenko E.Yu., Kusov G.V., Savenok O.V. Ecology at construction of oil and gas wells : manual for students of higher education institutions. – Краснодар : Education - the South, 2011. – 603 p.
14. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – Т. 1. – 432 p.
15. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – Т. 2. – 532 p.
16. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Краснодар : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – Т. 3. – 348 p.

17. Bulatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion of oil and gas wells» : in 4 t. : manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – Т. 4. – 464 p.

18. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of development of oil and gas wells. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2016. – 576 p.