



## НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОРДиЗ, ОРД И ОРЗ, РАЗРАБОТАННОЕ ООО ПКТБ «ТЕХПРОЕКТ»

**ПЕПЕЛЯЕВ Дмитрий Валерьевич**  
Ведущий специалист ВСиР  
ООО ПКТБ «Техпроект»



**СТЕФАНОВИЧ Юрий Николаевич**  
Заместитель директора по внедрению  
оборудования ООО ПКТБ «Техпроект»

**С** 2005 года ООО ПКТБ «Техпроект» занимается разработкой, организацией изготовления и внедрением оборудования для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЗ) многопластовых объектов. В рамках данного направления специалистами предприятия был спроектирован ряд компоновок, в том числе и рассматриваемые в статье компоновки для одновременно-раздельной добычи и закачки (ОРДиЗ), одновременно-раздельной добычи (ОРД) и одновременно-раздельной закачки (ОРЗ).

**Оборудование ОРДиЗ, разработанное ООО ПКТБ «Техпроект», позволяет добывать нефть из не вовлеченных в разработку пластов в нагнетательных скважинах с сохранением закачки или осуществлять закачку в заводняемые пласты добывающих скважин с сохранением добычи. Исполнение оборудования позволяет проводить различные технологические операции и осуществлять контроль параметров добычи и закачки.**

**Компоновки для ОРД унифицированы для работы с любыми видами насосных установок, оснащены погружным переключателем потоков («MIXER для ОРД») и позволяют эксплуатировать скважины в режимах одновременного отбора жидкости из двух объектов и раздельно-поочередной эксплуатации. Конструкция обеспечивает возможность исследования каждого из объектов после вывода его на установившийся режим, позволяя следить за параметрами и изменять их в процессе работы скважины в режиме реального времени.**

**Наконец, оборудование для ОРЗ с делителем потоков («DIVIDER для ОРЗ») отличается компактностью и низкой металлоемкостью, дает возможность регулировать и измерять параметры закачки в режиме реального времени, включая удаленный контроль.**

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОРДИЗ

Суть технологии ОРДиЗ заключается в организации двух коаксиальных лифтов (каналов), по одному из которых производится подъем жидкости из продуктивного объекта, а по второму – ведется закачка рабочего агента с устья скважины в заводняемый пласт.

Компоновки ОРДиЗ могут применяться в нагнетательных скважинах фонда системы поддержания пластового давления (ППД) для организации добычи нефти из не вовлеченных в разработку нефтеносных пластов при сохранении закачки. Технологию так же можно использовать в скважинах добывающего фонда для организации дополнительной закачки в другой объект при сохранении текущего уровня добычи.

ООО ПКТБ «Техпроект» предлагает три вида систем ОРДиЗ. Первый из них – однопакерная компоновка ШГН с коаксиальными (концентрическими) лифтами для добычи из верхнего пласта и закачки в нижний

(рис. 1). При работе данной установки продуктивный и заводняемый пласты разделяются пакером, добыча жидкости из верхнего продуктивного пласта ведется с помощью ШГН по колонне НКТ меньшего диаметра. Жидкость с устья скважины закачивается в подпакерное пространство по кольцевому зазору между колоннами НКТ большего и меньшего диаметра. В компоновке возможно применение коаксиальных колонн НКТ диаметром 48, 89, 60 или 102 мм. Устьева арматура, специально разработанная для этого оборудования, обеспечивает разделение потоков отбираемой и закачиваемой жидкости, возможность проведения необходимых замеров и, соответственно, контроля параметров добычи и закачки.

В состав компоновки включен отсечной клапан, который в случае разгерметизации внутреннего лифта и роста давления в линии добычи выше величины, предельно допустимой для работы сальника и запорной арматуры выкидного коллектора, перекрывает поток жидкости, поступающий из линии закачки, что повышает безопасность компоновки при ее эксплуатации. Глубина спуска ШГН при использовании компоновки не должна превышать 1500 м, вязкость жидкости – 50 мПа·с, дебит жидкости – 30 м<sup>3</sup>/сут, темп набора кривизны – 4Ль/10 м. Компоновку можно использовать в ЭК с диаметром от 146 мм.

Второй вариант предлагаемого оборудования для ОРДиЗ представляет собой двухпакерную компоновку ШГН с коаксиальными лифтами (рис. 2). Она предназначена для добычи из нижнего пласта и закачки в верхний. Устьево оборудование и критерии применимости для данной компоновки идентичны однопакерному варианту оборудования ОРДиЗ с УШГН.

Третий вид оборудования для ОРДиЗ – двухпакерная компоновка с УЭЦН, которая предназначена для отбора жидкости из нижнего продуктивного объекта по внутренней трубе электроцентробежным насосом и закачки с устья по наружной трубе рабочего агента в верхний пласт (рис. 3). В данном варианте, как и в варианте со штанговым насосом, используется пакерно-якорное оборудование производства ООО НПФ «Пакер», однако, поскольку насос располагается в подпакерной зоне, применяемые пакеры оснащены кабельными вводами. Эксплуатация компоновки возможна в случае, если глубина спуска насоса не превышает 3000 м, вязкость добываемой жидкости – 50 мПа·с, дебит жидкости продуктивного объекта – 250 м<sup>3</sup>/сут. Минимальный диаметр ЭК, необходимый для монтажа данного оборудования, составляет 146 мм.

Устьево оборудование для варианта с УЭЦН частично отличается от применяемого в компоновках с УШГН. Однако в настоящий момент в соответствии с



**КОРОБКОВ Михаил Леонидович**  
Ведущий инженер-конструктор  
ООО ПКТБ «Техпроект»



**НЕДОПЕКИН Сергей Михайлович**  
Ведущий инженер-конструктор  
ООО ПКТБ «Техпроект»

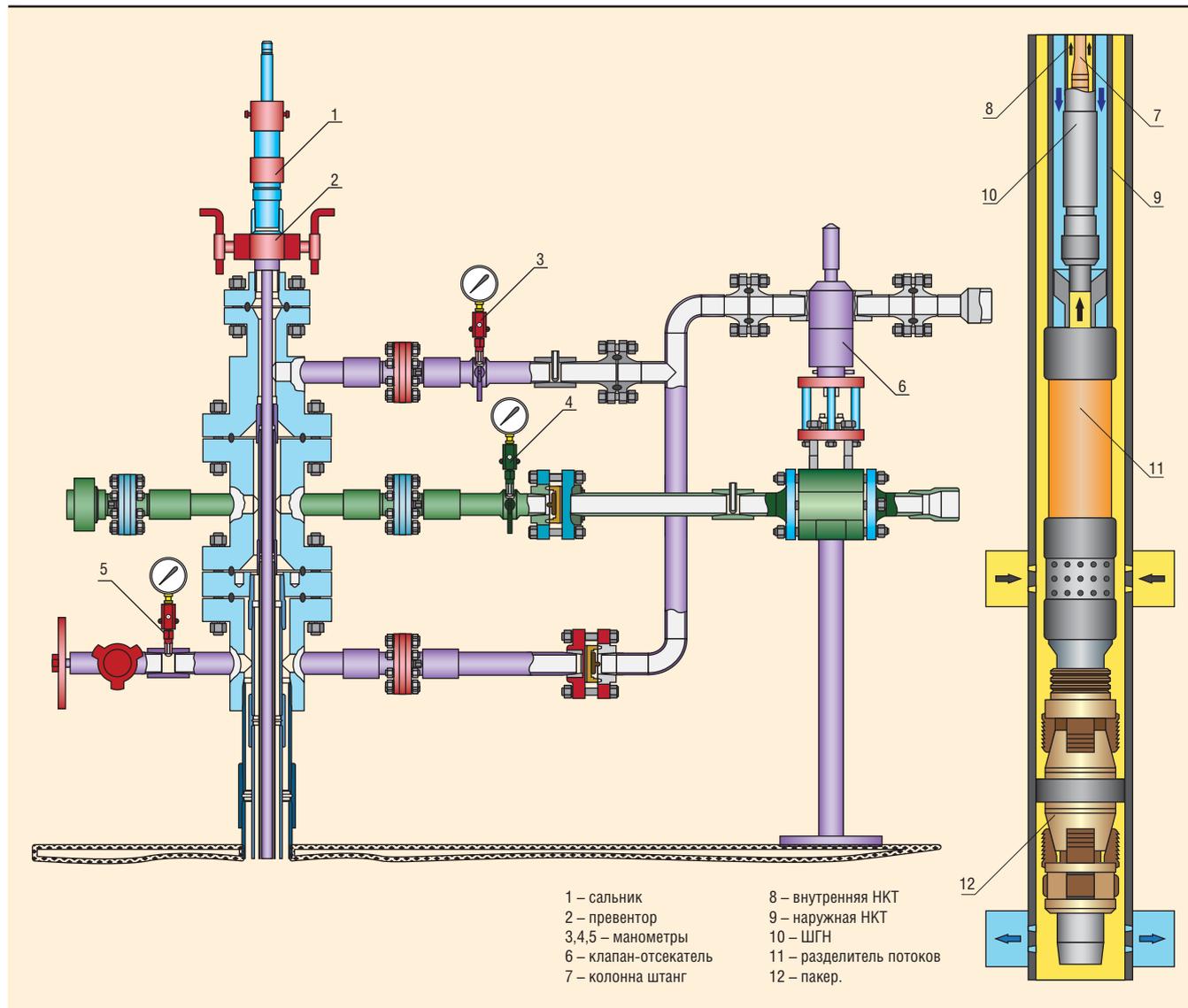
техническим заданием Заказчика ООО ПКТБ «Техпроект» приступило к разработке универсальной арматуры, которая в дальнейшем сможет использоваться в составе установок ОРДиЗ как с ШГН, так и с ЭЦН.

Оборудование ОРДиЗ успешно внедрено в ОАО «Удмуртнефть», на отдельных скважинах нагнетательного фонда получен прирост дебита нефти до 12 т/сут.

Данные компоновки можно использовать в скважинах с осложненными условиями эксплуатации.

Так, конструкция компоновок ОРДиЗ с УШГН предусматривает возможность удаления свободного газа с пробковой структурой через затрубное пространство, пузырьковая фаза при этом частично сепарируется на приеме насоса. Для предупреждения образования АСПО применяется подача реагента через затрубное пространство на прием штангового глубинного насоса. Наконец, для удаления АСПО во всех компоновках можно использовать подачу теплоносителя в кольцевой зазор меж-

**Рис. 1. Схема устьевого и глубинного оборудования ОРДиЗ ШГН с коаксиальными лифтами для добычи из верхнего пласта и закачки в нижний**



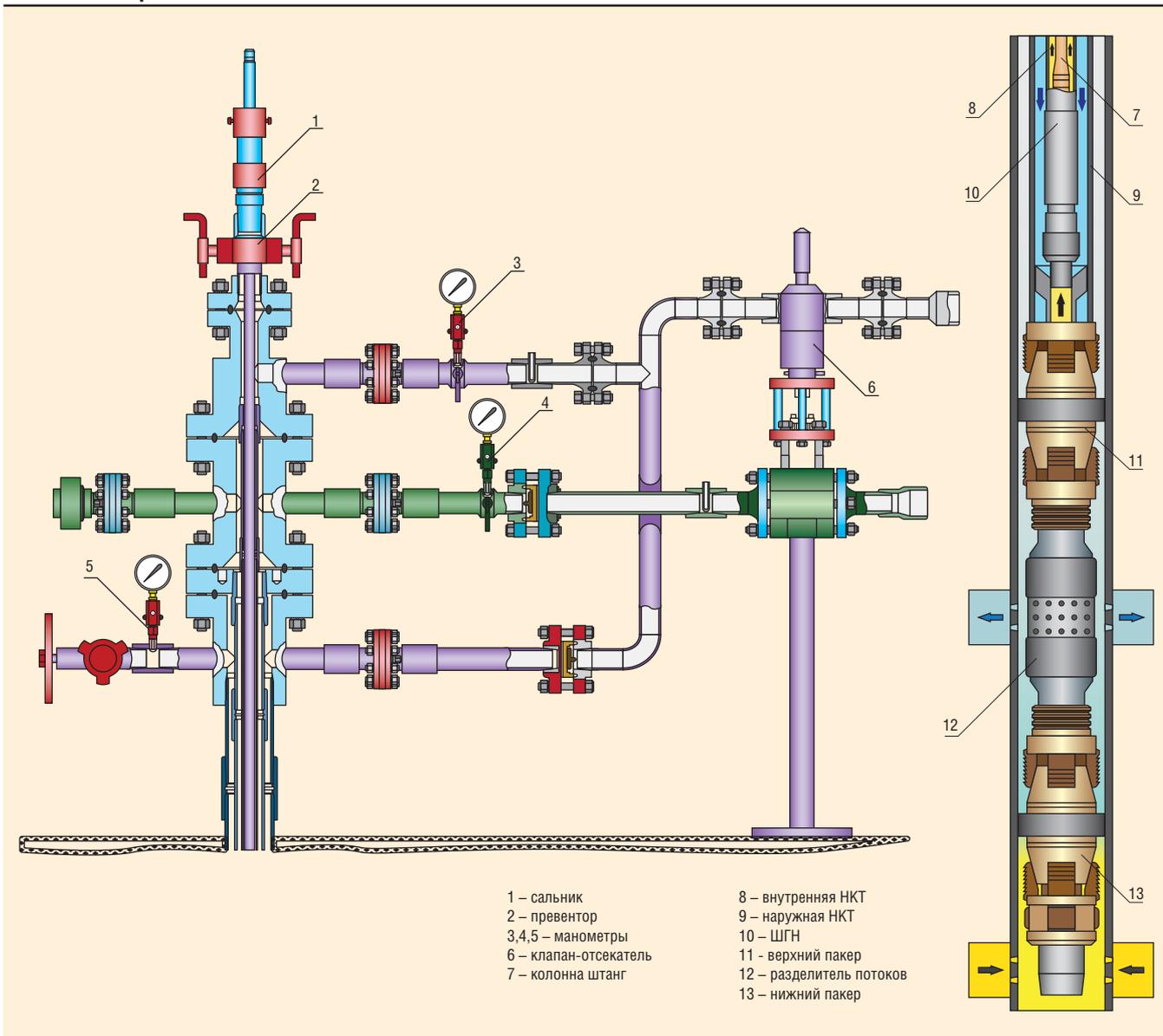
ду НКТ для энергоэффективного прогрева внутреннего лифта с последующей его закачкой в поглощающий пласт.

Таким образом, конструкция компоновки для ОРДиЗ обеспечивает возможность контроля всех параметров добычи и закачки, а специальное исполнение устьевое и глубинного оборудования позволяет проводить различные технологические операции.

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОРД С ПОГРУЖНЫМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ ПОТОКОВ

При разработке оборудования для ОРД специалисты ООО ПКТБ «Техпроект» пошли по пути унификации и создали универсальную компоновку, которая может применяться совместно с любым видом насосных установок (УЭЦН, УШГН, УЭВН, УШВН).

**Рис. 2. Схема устьевого и глубинного оборудования ОРДиЗ ШГН с коаксиальными лифтами для добычи из нижнего пласта и закачки в верхний**



В этой компоновке используется погружной переключатель потоков, который получил фирменное название «MIXER для ОРД». В одном из вариантов компоновки для ОРД используется УШГН, при этом переключатель потоков монтируется между насосным и пакерным оборудованием, отбор жидкости из двух объектов производится по одному лифту (рис. 4).

Основные комплектующие данной установки представлены стандартным насосным, пакерным и устьевым оборудованием. Управление погружным переключателем потоков осуществляется посредством геофизического кабеля через специальную станцию управления (СУ), расположенную на устье скважины.

**Рис. 3. Схема устьевого и глубинного оборудования ОРДиЗ ЭЦН с коаксиальными лифтами для добычи из нижнего пласта и закачки в верхний**

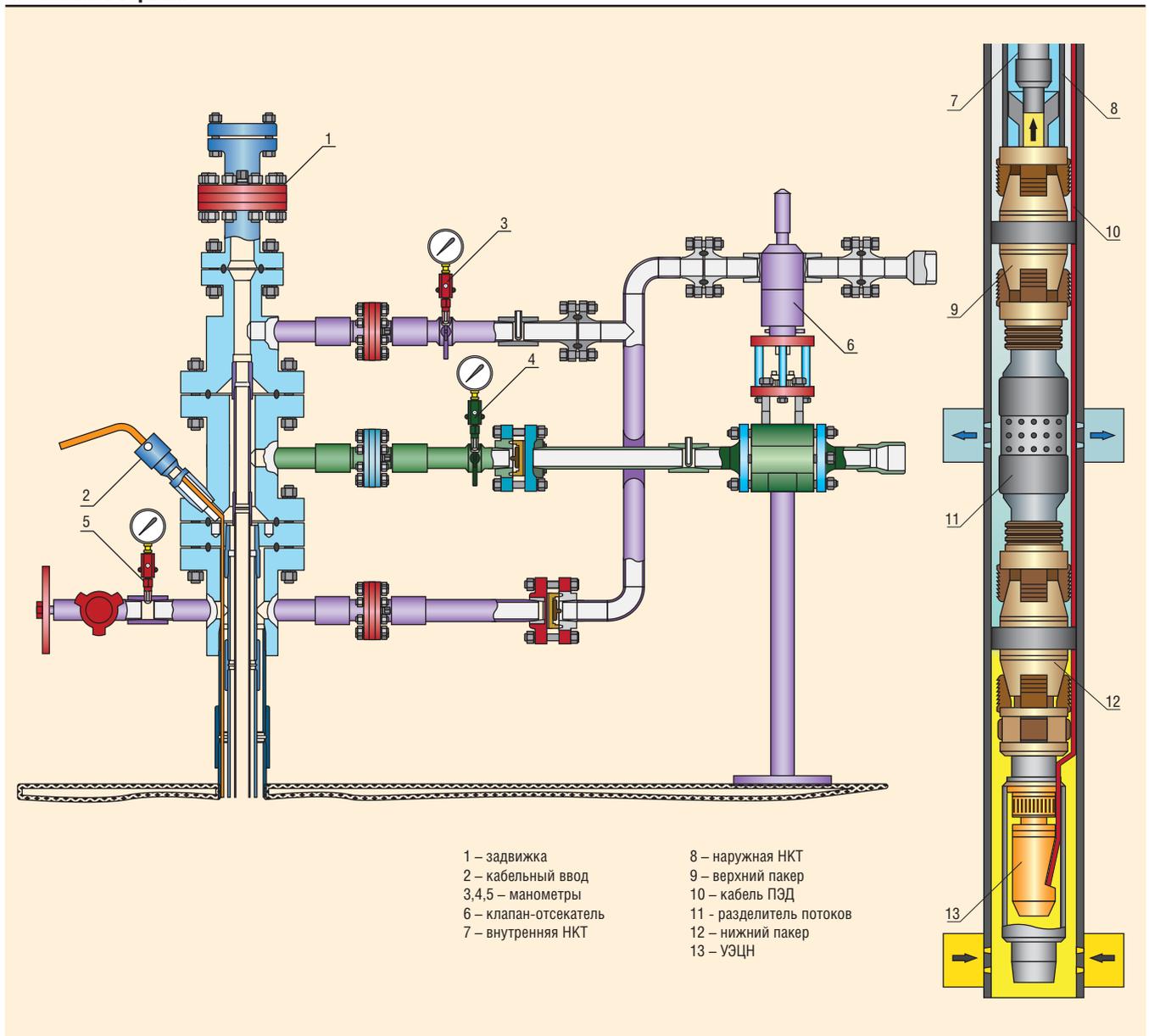
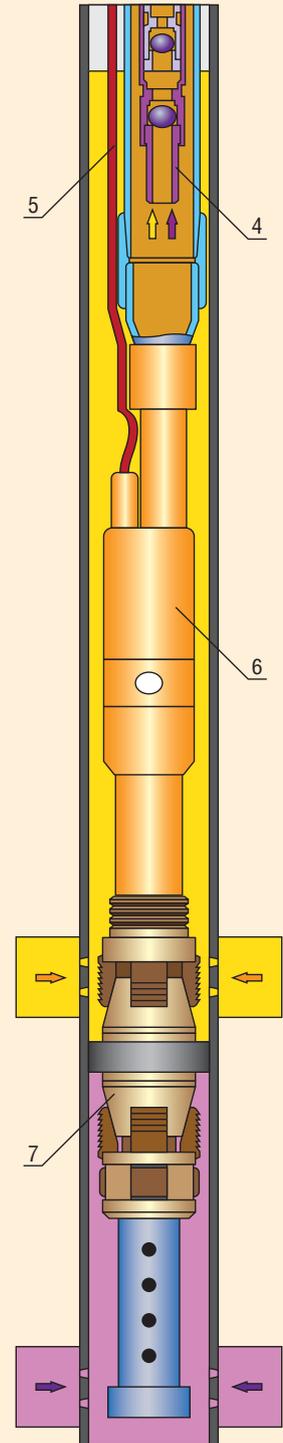
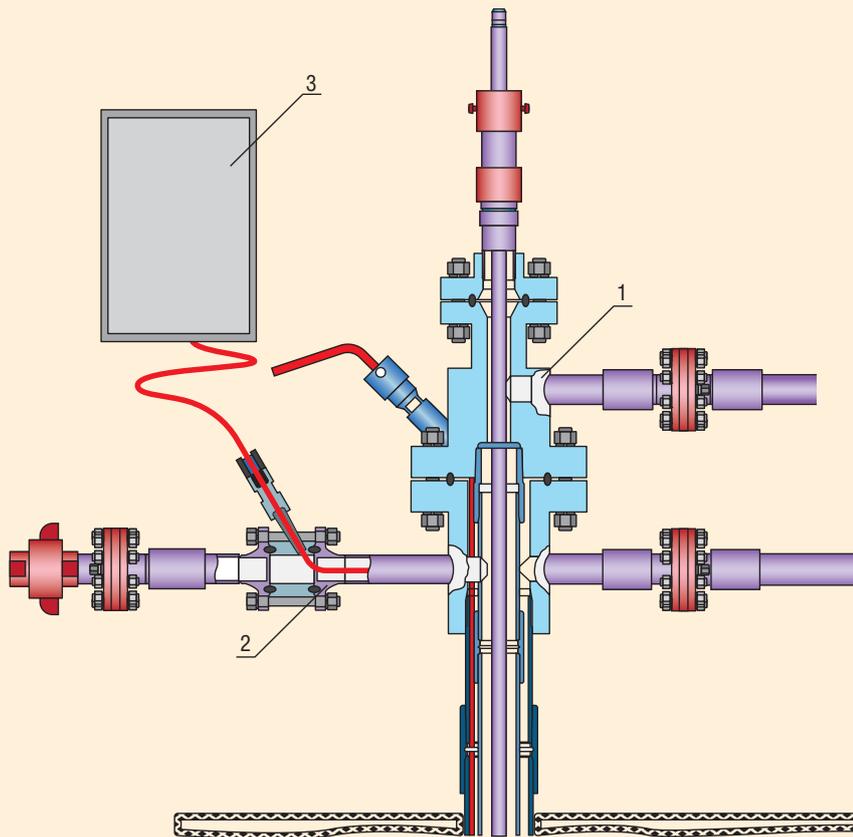


Рис. 4. Схема устьевого и глубинного оборудования с устройством «МИХЕР для ОРД» и УШГН



- 1 – арматура устьевая
- 2 – герметизатор устьевой
- 3 – СУ «МИХЕР для ОРД»
- 4 – УШГН
- 5 – геофизический кабель
- 6 – переключатель потоков «МИХЕР для ОРД»
- 7 – пакер

Рис. 5. Схема устьевого и глубинного оборудования с устройством «МИХЕР для ОРД» и УЗЦН

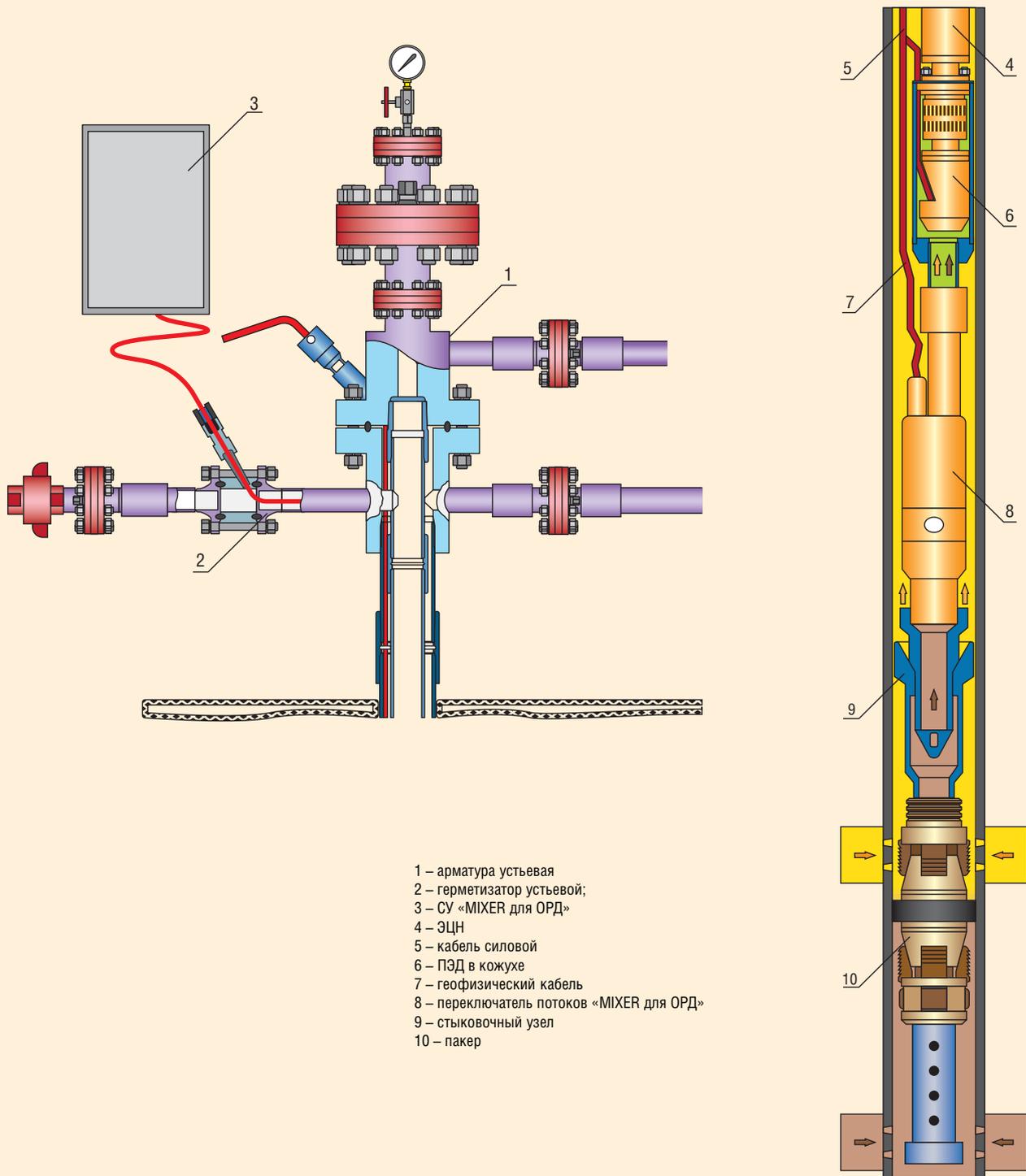
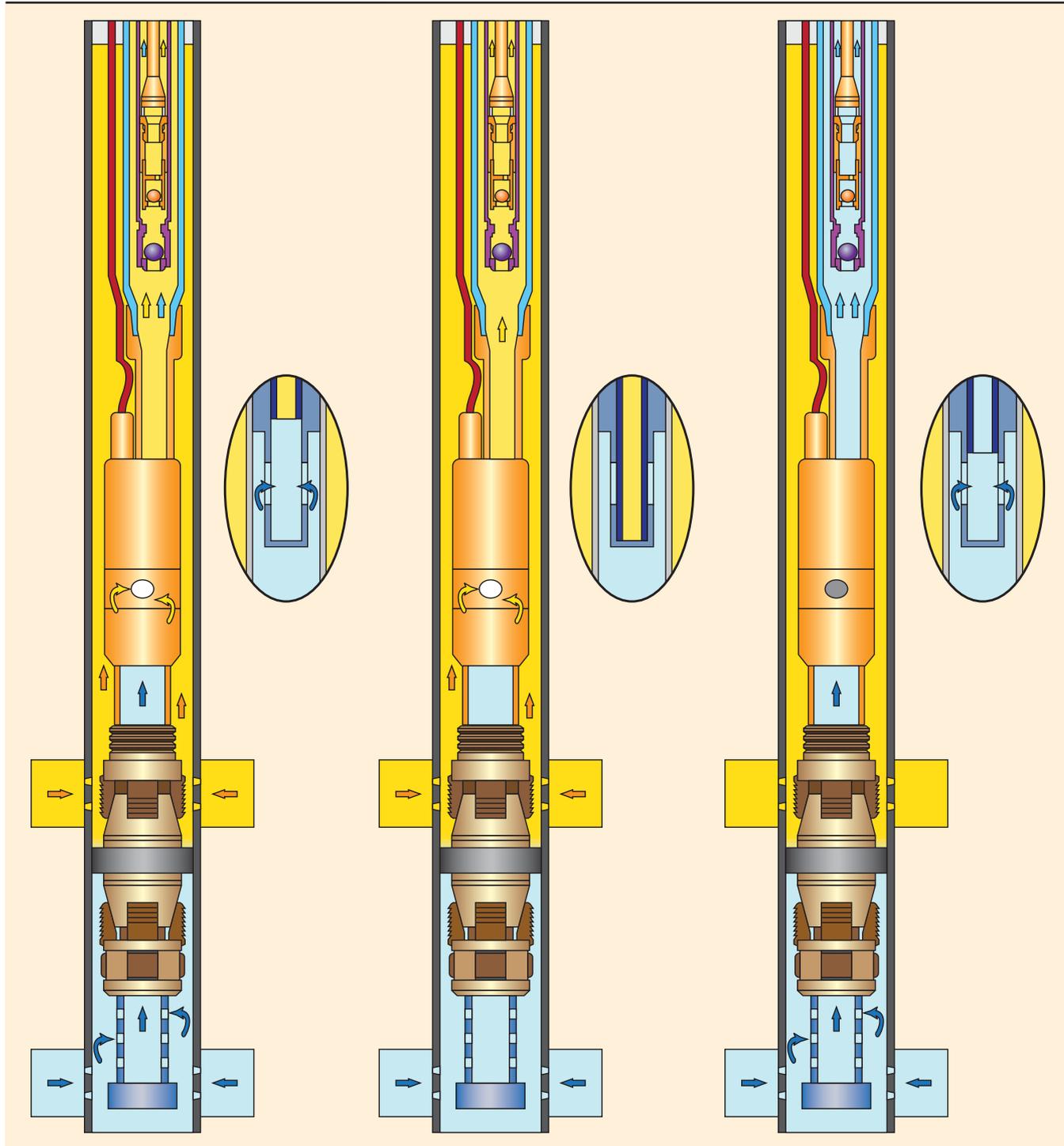


Рис. 6. Режим работы оборудования: а – одновременный отбор жидкости из двух объектов, б – замер дебита и отбор проб верхнего объекта, в – замер дебита и отбор проб нижнего объекта



Вариант, при котором в составе компоновки ОРД используется УЭЦН (рис. 5), отличается более сложной конструкцией, наличием кожуха ПЭД, а также стыковочного узла. Монтаж такой компоновки производится за две спускоподъемные операции (СПО).

Компоновка ОРД может работать в двух режимах: одновременного отбора и раздельно-поочередной эксплуатации. В первом режиме жидкость с обоих объектов одновременно через внутренние каналы переключателя потоков поступает на вход насосной установки (рис. 6а). Если при работе оборудования в режиме одновременного отбора жидкости из двух объектов возникает необходимость создать индивидуальное забойное давление на каждый из объектов, проводится штуцирование одного из объектов. Работа в этом режиме так же позволяет производить замер дебита, отбор проб жидкости верхнего и нижнего объектов. Для этого на СУ подается сигнал, который по геофизическому кабелю проходит на исполнительный механизм переключателя потоков, в результате чего от приема насоса отсекается один из пластов. После этого подбираются параметры насосной установки, исследуемый объект выводится на установившийся режим (по второму объекту при этом автоматически строится КВД) и производится замер дебита и отбор проб на устье скважины (рис. 6б, 6в).

При использовании режима раздельно-поочередной эксплуатации отбор жидкости производится поочередно из верхнего и нижнего объектов (рис. 7). В этом случае можно задавать либо время эксплуатации каждого из объектов, либо минимальную величину забойного давления, при которой будет происходить переключение между объектами. При работе оборудования в данном режиме осуществляется форсированный отбор жидкости каждого из объектов, в результате происходит циклическое изменение их забойного давления (рис. 8).

Испытания компоновки ОРД с погружным переключателем потоков проходили в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Первоначально оборудование эксплуатировалось по однолифтовой схеме в режиме одновременного отбора жидкости из двух объектов, но затем в соответствии с требованием заказчика было произведено его переключение в режим раздельно-поочередной эксплуатации.

Совместно с ЗАО «Предприятие В-1336» был реализован удаленный контроль с возможностью управления по спутниковому каналу связи (телеметрия) с выводом информации по web интерфейсу на сервер Заказчика (рис. 9). Это позволило контролировать параметры работы скважины и изменять их в режиме реального времени, как со стационарного рабочего места.

**Рис. 7. Режим раздельно-поочередной эксплуатации**

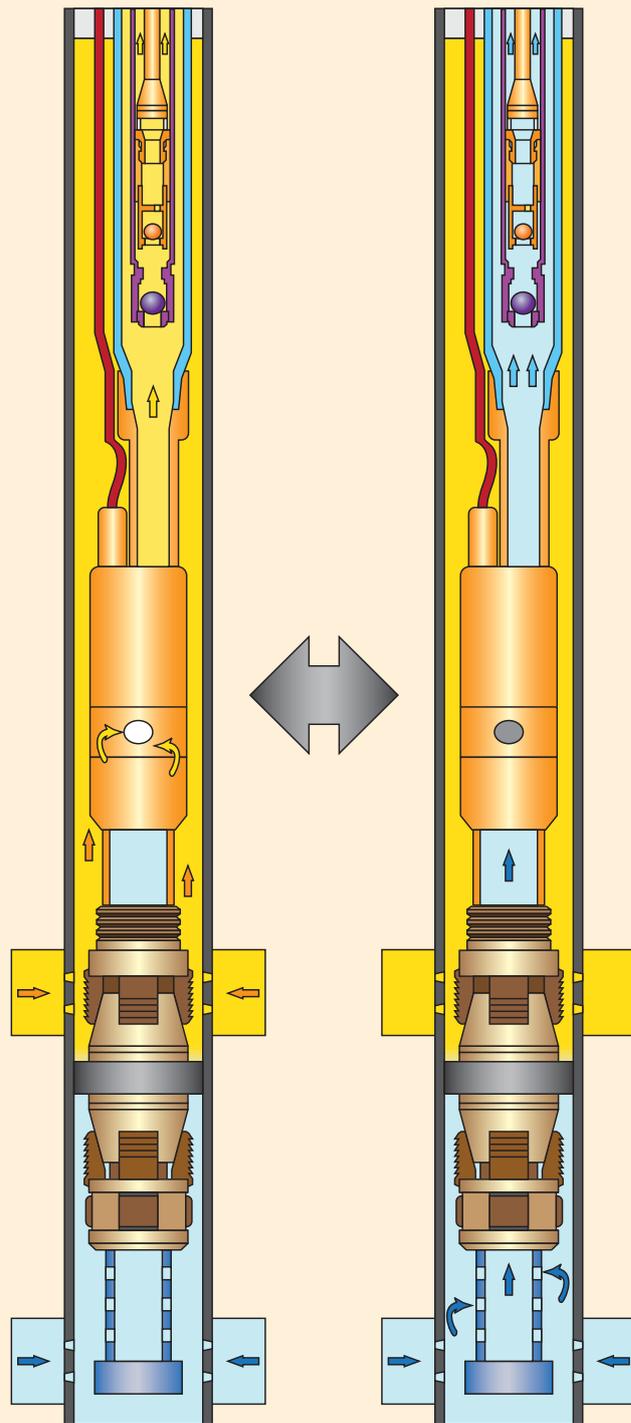


Рис. 8. Изменение давления в режиме раздельно-последовательной эксплуатации

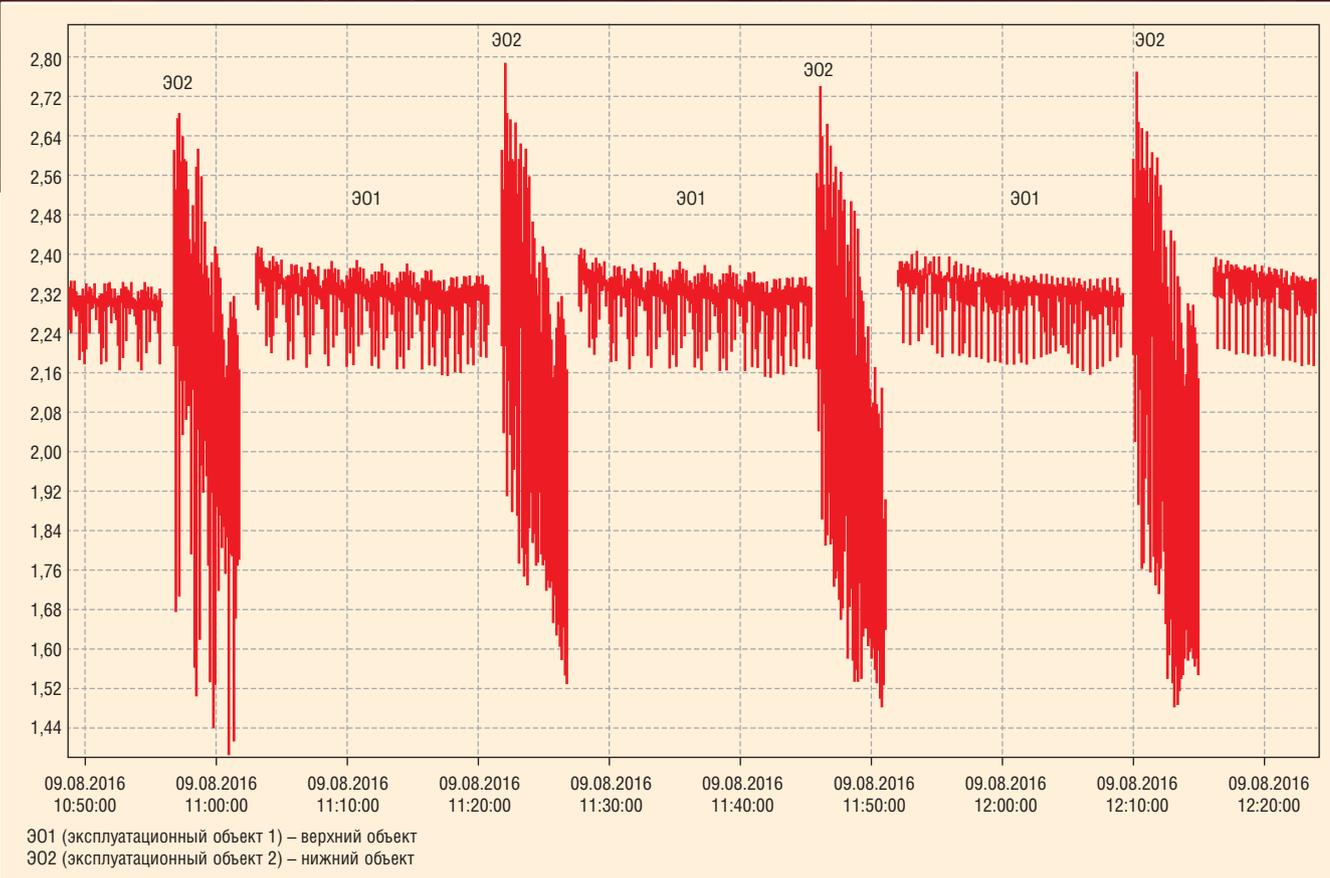
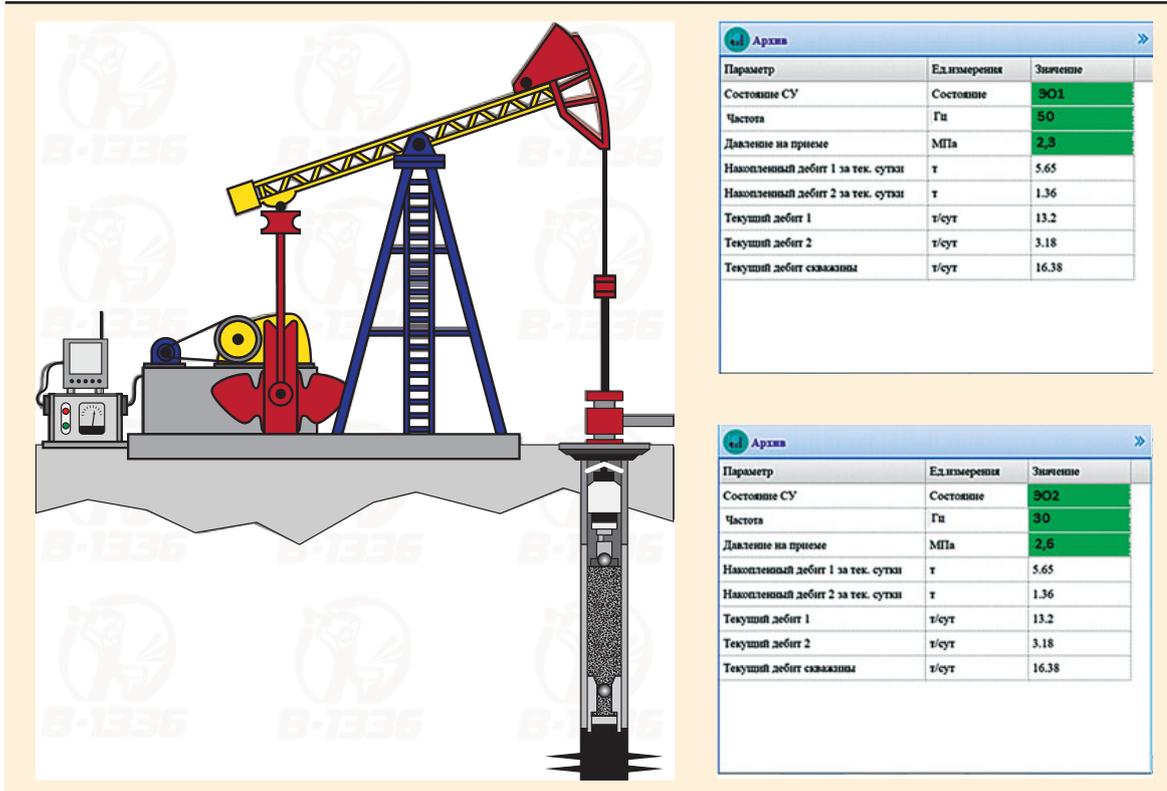


Рис. 9. Визуализация, автоматическое управление и учет параметров работы компоновки ОРД



Учет дебита каждого из объектов производился при помощи двухканального счетчика количества жидкости (СКЖ) накопленным итогом. То есть в период, когда отбор жидкости производится из одного объекта, происходит накопление по одному каналу СКЖ, и наоборот – когда отбор осуществляется из другого объекта, происходит накопление по второму каналу СКЖ (рис. 10). Так же была реализована возможность автоматического подбора частоты привода насоса индивидуально для каждого объекта.

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОРЗ

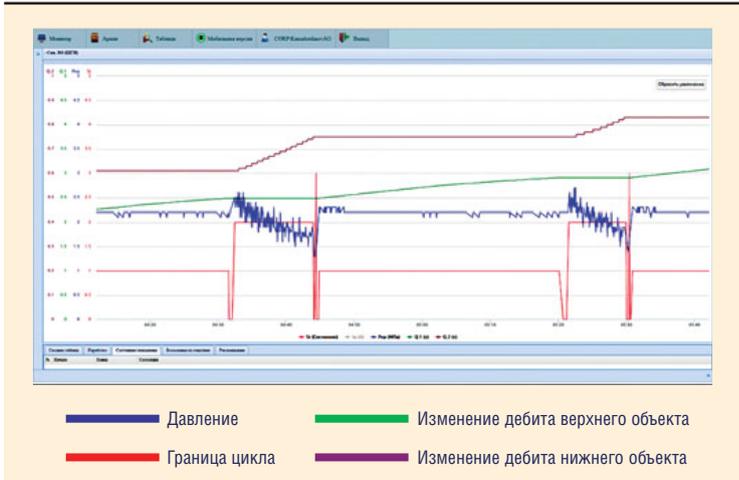
Конструктивные особенности разработанного оборудования для ОРД были использованы при проектировании оборудования для ОРЗ, в основе которого лежит специальный делитель потоков, получивший название «DIVIDER для ОРЗ» (рис. 11). Среди особенностей компоновки можно назвать применение стандартного устьевого оборудования в его составе, низкую металлоемкость конструкции благодаря использованию одной НКТ, а также возможность контроля и управления параметрами закачки в режиме реального времени как с устья скважины, так и удаленно по беспроводным каналам связи. Кроме того, конструкция компоновки позволяет отказаться от глубинных расходомеров в пользу устьевых, что повышает ее надежность, а также от привлечения геофизической партии для регулирования параметров закачки.

В компоновке применяется двухпакерное оборудование производства ООО «НКМЗ-Групп», в состав которого входят два механических пакера, разъединитель колонны РКС и циркуляционный промывочный уплотнительный клапан КЦП (У). Верхний упорный механический пакер ПУ-М устанавливается с упором на нижний пакер. Посадка нижнего осевого механического пакера ПМ-Р происходит путем перемещения колонны НКТ вверх, а затем вниз (вращения НКТ не требуется). Циркуляционный клапан предназначен для герметичного разобщения концентрично расположенных колонн НКТ.

При работе компоновки ОРЗ закачка ведется с устья скважины по одному лифту в два объекта. Поток закачиваемой жидкости разделяется в оборудовании DIVIDER для ОРЗ. Управление расходами по объектам при работе оборудования подразумевает выбор объекта, для которого характерно большее давление закачки, в качестве основного (рис. 12). Параметры этого объекта регулируются на устье скважины, тогда как регулировка параметров второго объекта с меньшим давлением закачки производится путем штуцирования в делителе потоков.

Технология определения приемистости объекта с большим давлением закачки включает в себя следую-

**Рис. 10. Графическое отображение изменения дебита объектов и давления**



щие действия. Сначала по команде от станции управления (СУ) производится перекрытие канала делителя потоков, связывающего объект с меньшим давлением закачки и лифтовую трубу. Затем путем регулировки на устье достигается необходимая величина давления закачки для объекта с большим давлением и производится замер его приемистости устьевым расходомером.

### ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

**Вопрос:** Дмитрий Валерьевич, по мере закачки изменяется приемистость пластов. Эти изменения почти не поддаются прогнозированию, но могут быть настолько значительными, что меняют соотношение приемистости пластов. Учитывается ли это при работе оборудования ОРЗ?

**Дмитрий Пепеляев:** Да, это учитывается путем проведения исследований пластов с заданной периодичностью, которая прописывается в регламенте. Кроме того, в конструкции системы уже заложена возможность автоматического поддержания индивидуальных параметров закачки для каждого из объектов.

**Вопрос:** Есть ли у вас подобный опыт проведения исследований пластов?

**Д.П.:** Нет, поскольку оборудование для ОРЗ пока еще находится в разработке. Опытные образцы проходят тестирование на ресурс и коррозионно-износостойкость золотников и уплотнений.

**Вопрос:** Какая жидкость применялась для закачки при работе компоновок ОРДиЗ на скважинах ОАО «Удмуртнефть»?

**Д.П.:** Во всех случаях используется вода из общей системы ППД, подтоварная или пресная.

**Вопрос:** Как осуществлялся контроль качества закачиваемой воды?

**Д.П.:** Это входило в зону ответственности заказчика.

Рис. 11. Схема устьевого и глубинного оборудования с устройством «DIVIDER для ОПЗ»

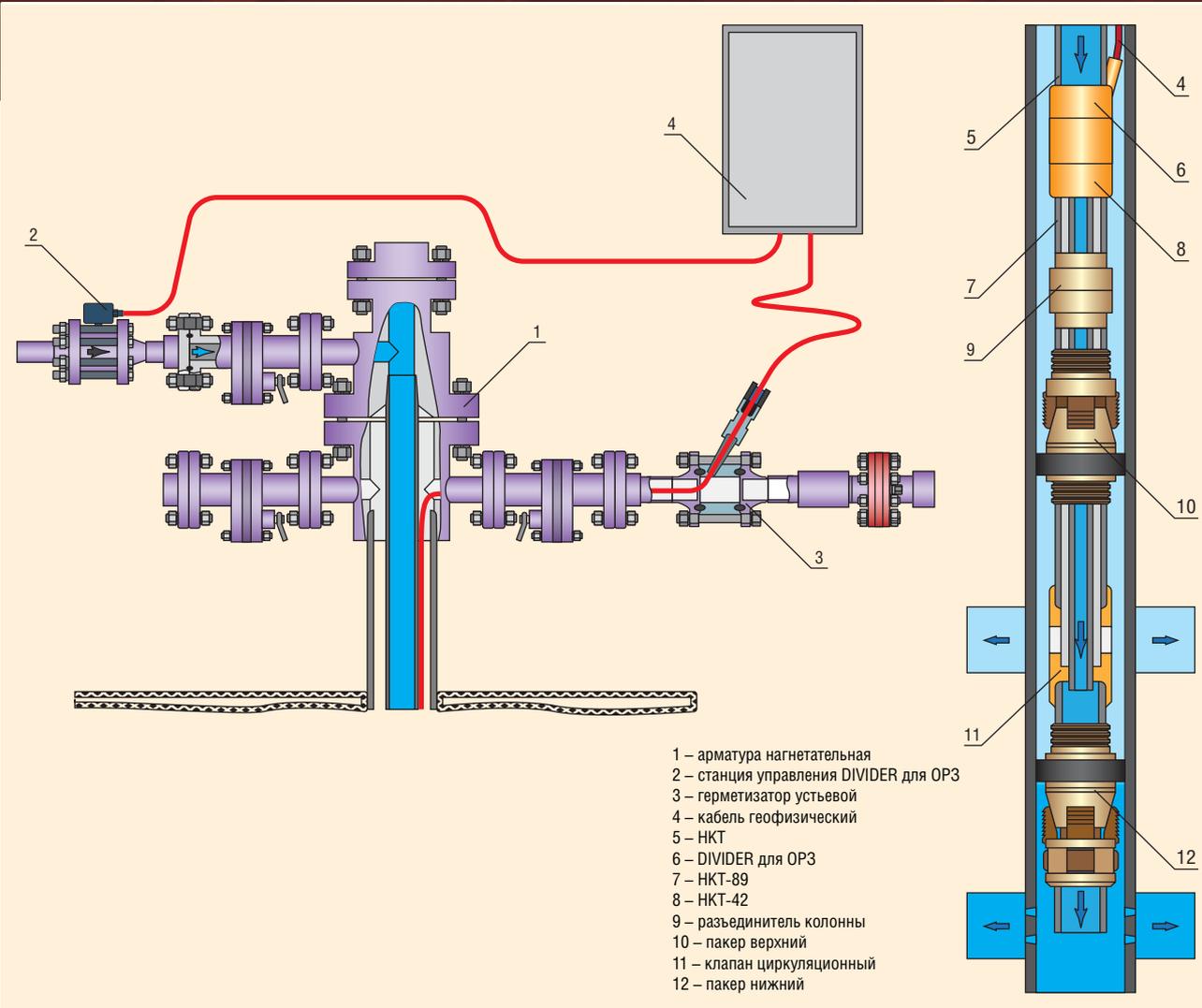
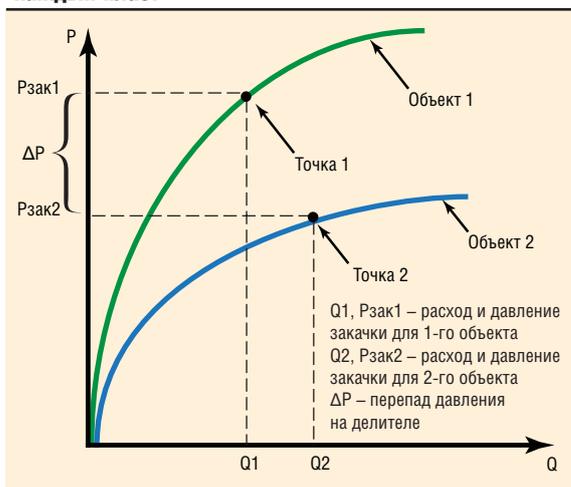


Рис. 12. Основы управления параметрами закачки в каждый пласт



ром. После этого открывают канал делителя, связывающий объект с меньшим давлением закачки и НКТ, регулировкой степени штуцирования потока добиваются достижения необходимых параметров для объекта с меньшим давлением закачки и с помощью устьевого расходомера определяется суммарный объем закачиваемой жидкости для обоих объектов. Преимущество объекта с меньшим давлением закачки определяют как разницу суммарной приемистости и приемистости объекта с большим давлением закачки. Давление закачки для каждого из объектов после делителя потоков контролируется манометрами и при необходимости может корректироваться, в том числе и автоматически.

Станция управления оборудования «DIVIDER для ОПЗ» обеспечивает прием информации от устьевого расходомера и глубинного делителя (положение золотника, показания манометров), а также передачу данной информации на удаленный пульт диспетчера. ♦