



# СУРГУТНЕФТЕГАЗ: КОНСТРУКЦИИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ И СОВМЕСТНОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ



## ЮРИЙ ЦИКУ

Заместитель начальника  
управления  
НГДУ «Комсомольскнефть»  
ОАО «Сургутнефтегаз»

**М**ой доклад о конструкциях, применяемых в ОАО «Сургутнефтегаз» для одновременно-раздельной и совместной эксплуатации. Наверное, практически все компании сейчас стараются применять ОРЭ. Это продиктовано колоссальной экономической эффективностью. Здесь мы, конечно,

## Пока в «Сургутнефтегазе» внедрение технологий одновременно-раздельной и совместной добычи нефти носит точечный характер

можем сократить капитальные затраты на строительство скважин, на обустройство месторождений, также ускорить ввод месторождений в разработку, вводить в эксплуатацию запасы нерентабельные или на грани рентабельности.

Регулирующими документами в этой сфере являются Правила разработки нефтяных и газовых месторождений, Правила охраны недр и проектные документы на конкретные месторождения. Согласно этим документам, ОРЭ допускается при наличии сменного внутрискважинного оборудования, обеспечения раздельного учета добываемой продукции, промышленных исследований каждого пласта раздельно и проведения безопасного ремонта.

Пока в нашей компании внедрение данных технологий носит точечный характер. Но мы поставились, предварительно согласовав с проектировщиком, выделить опытный участок для решения задачи управления разработкой продуктивных объектов с внедрением одновременно-раздельной добычи и закачки. В недалекой перспективе компания планирует ввод целого месторождения, где основной фонд скважин будет эксплуатировать два пласта технологиями ОРЭ — порядка 80%. Плюс участок, где будет ОРЭ даже на три пласта. Данное месторождение находится в необустроенном регионе, и без применения технологий ОРЭ его разработка нерентабельна.

Естественно, мы изучаем мировой опыт по внедрению этих технологий. Условно их можно разделить на однонасосные и двухнасосные системы.

Однонасосные могут быть:

1. Без разобщения пластов — система датчиков (геофизических или других), расположенных под насосом. Фактически данные конструкции — это не одновременно-раздельная эксплуатация, а совместная эксплуатация с мониторингом выработки запасов по объектам;

2. С разобщением пластов — устанавливается разобщающий пакер и запорный элемент, например клапан.

Первые, конечно, больше применимы для мощных анизотропных объектов, где нам интересно контролировать выработку запасов по конкретным пропласткам. Но так как моей задачей является разобщение отдельных объектов разработки, то и решаю я ее испытанием и поиском надежного оборудования второй группы, позволяющего получать раздельный замер по объектам, для того чтобы выполнять вышеназванные руководящие документы.

Двухнасосные системы подразделяются на однолифтовые и двухлифтовые. Многие компании внедряют двухнасосные системы, в частности, в «Сургутнефтегазе» эксплуатируются тандемы из двух ЭЦН и ШГН с ЭЦН, внедрено порядка 15 комплектов оборудования.

Данные конструкции являются действительно одновременно-раздельной эксплуатацией, здесь дифференцирована депрессия на пласты, у каждого пласта свой насос. Полностью соблюдается раздельный учет, но, к сожалению, ожидаемая средняя наработка таких скважин гораздо ниже текущей наработки механизированного фонда. Поэтому данный факт, конечно, нас не устраивает. Это приведет к увеличению ремонтов скважин и другим негативным последствиям. Поэтому данные компоновки пока невозможно считать оптимальным решением задачи ОРЭ.

В ОАО «Сургутнефтегаз» используются компоновки совместной эксплуатации с разобщением двух пластов для раздельного учета продукции, которые внедрены в пяти скважинах. Их принципиальная схема такова: УЭЦН с ТМС, разобщающий пакер и запорный элемент — гидравлический или электромагнитный клапан. В обычном режиме совместно эксплуатируются оба объекта. Для отдельного учета продукции

мы отсекаем нижний пласт посредством клапана и при той же депрессии, что при совместной работе, замеряем дебит верхнего пласта. Дебит нижнего пласта дальше легко вычисляется арифметическим путем.

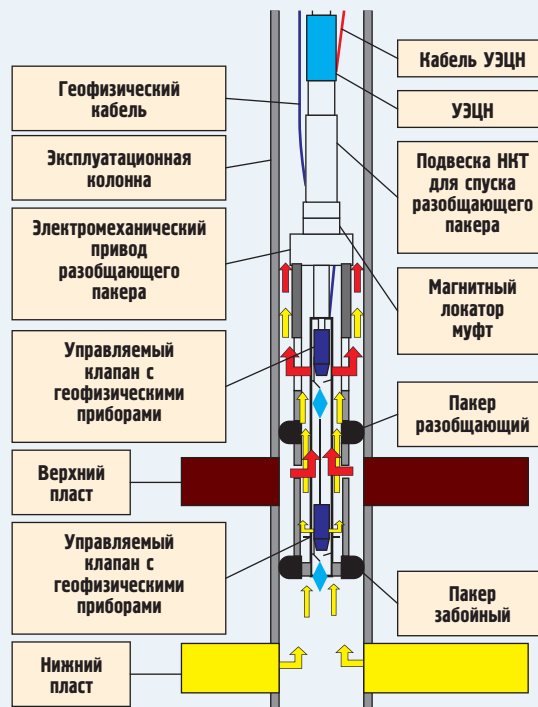
Данные конструкции защищены патентами.

Преимущество этих компонентов — возможность достигать любых глубин спуска, широкий диапазон суммарной подачи, ожидаемая наработка близка к обычным скважинам с УЭЦН, упрощенный текущий и капитальный ремонт и так далее. Но недостатками данной компоновки является общая депрессия на пласты и то, что процесс взаимного влияния продукции пластов в стволе скважины недостаточно изучен.

В связи с этим мы планируем внедрить представленную на рисунке компоновку (см. «ОРЭ с одним ЭЦН и возможностью отсекания любого пласта»).

Компоновка позволяет отсекающей любой пласт (как верхний, так и нижний), пакера находятся над каждым пластом. Запорным элементом является электро-механический клапан, под каждым клапаном установлен геофизический прибор — термометр и манометр. Клапаны управляются со станции управления на устье, они также являются и регуляторами расхода, то есть могут находиться в положении «закрыто», «открыто» и также в каком-то промежуточном — процент закрытия можно выставлять с дискретностью в 10%. В данном случае будет вы-

#### ОРЭ с одним ЭЦН и возможностью отсекания любого пласта



#### Преимущества:

- постоянный мониторинг параметров работы пластов и герметичности пакеров с помощью датчиков;
- дифференцированная депрессия;
- проведение ГДИ методом КВД;
- возможность изменения пропускного сечения для регулирования отборов по пластам;
- одновременно-раздельная эксплуатация более 2-х пластов;
- возможность управления клапанами с компьютера инженера;
- интеллектуализация скважин ОРЭ

полнено условие дифференцированной депрессии на пласты, и также при закрытии клапана будет записываться кривая восстановления давления (КВД). Надо отметить, что в таких скважинах появится возможность проведения качественных гидродинамических исследований ввиду отсутствия влияния ствола скважины, которое впоследствии мешает при интерпретации данных КВД.

Данную конструкцию можно считать универсальной интеллек-

туальной скважиной ОРЭ, потому что она применима практически в любой скважине. И здесь при опре-

#### В перспективе ввод целого месторождения, на котором основной фонд будет эксплуатироваться одновременно-раздельными технологиями

деленных настройках станции управления можно в автоматическом режиме устанавливать время

#### Компоновки совместной эксплуатации с разобщением двух пластов для раздельного учета продукции у нас защищены патентами

замеров с разобщением пластов и их частоту, также в автоматическом режиме относить параметры с замерной установки на конкретный пласт в программных средствах мониторинга фонда скважин.

Дополнительно планируется провести термодинамические исследования по определению влияния продукции разных пла-





стов в стволе скважины друг на друга. В основе данного метода лежит уравнение сохранения энергии Чекалюка (см. «Методика определения степени влияния пластов при ОРЭ»).

При стационарной фильтрации флюида термодинамические эффекты позволяют определить коэффициент вклада каждого пласта в суммарный дебит. Результаты термодинамических исследований при совместной эксплуатации будут сопоставлены с результатами отдельных замеров по пластам, и это нам даст ответ на вопрос, влияют ли потоки с разных объектов при их смешении друг на друга.

Затем в случае удачных результатов данных исследований, на мой взгляд, должна сложиться схема разработки многопластовых месторождений, где по опор-

## К внедрению готовится новая универсальная компоновка, которую можно считать своего рода интеллектуальной скважиной ОРЭ

ной сети, согласованной с проектировщиком, будут расположены конструкции с отсечением обо-

### Методика определения степени влияния пластов при ОРЭ

Основана на выделении термодинамических эффектов в интервалах установки приборов в стволе скважины.

Уравнение сохранения энергии Э.Б.Чекалюка:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u[\text{grad}T + \varepsilon \cdot \text{grad}p] - \eta m \rho \frac{c_p}{c_n} \frac{\partial p}{\partial t} = 0$$

где

$\varepsilon$  - коэффициент Джоуля-Томсона;

$\eta$  - коэффициент адиабатического расширения (сжатия) пластового флюида;

$C_n$  - теплоемкость пористой среды;

$C_p$  - теплоемкость системы при постоянном внешнем давлении;

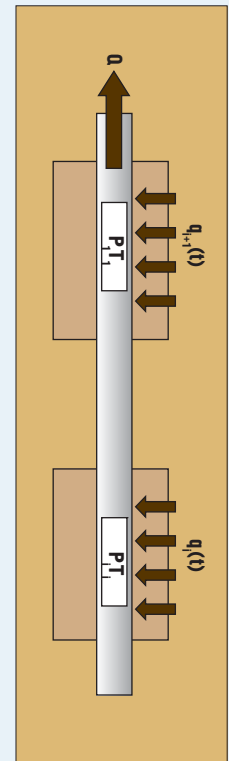
$m$  - пористость пласта;

$\rho$  - плотность пластового флюида;

$u = \rho \frac{C_p}{C_n} v$  скорость конвективного переноса тепла в пористой среде;

$v$  - скорость фильтрации пластового флюида

Методика позволяет оценить коэффициент вклада каждого пласта в суммарный дебит скважины



их пластов, с проведением всего ряда исследований. А по остальному фонду будут более дешевые конструкции с отсечением одного пласта, а может быть, при снижаемости государственных регулирующих органов, и вообще без разобщения пластов.

### Итоги

На текущий момент в компании «Сургутнефтегаз» внедрено много разных конструкций ОРЭ. Ведется поиск универсальной компоновки. Уделяется внимание изучению взаимного влияния конструкции в стволе скважины, и в

планах определить критерии допустимости совместной работы пластов.

Разработка технологий одновременно-раздельной эксплуатации — это, на мой взгляд, уникальный общероссийский проект, потому что все компании находятся в активном поиске эффективных технологий и в достаточно открытом диалоге (и нефтяные компании, и изготовители оборудования). Уникальность этого проекта в том, что внедрение высоких технологий продиктовано рынком без какого-либо участия государства, что нехарактерно для нашей страны.

### ДИСКУССИИ

**Вопрос:** Спасибо за интересный доклад. На скважинах, где конструкция представлена одной насосной установкой, каким образом решается вопрос по определению параметров с двух пластов? Я говорю об обводненности и дебите.

**Ю.Ц.:** Дебит и обводненность по пластам легко определить, зная суммарный дебит по нефти и воде и эти же параметры по одному из пластов. Еще раз обращаю ваше внимание, что все замеры параметров производятся при одинаковой депрессии.

**Вопрос:** И, в принципе, геологическую службу это устраивает. Получается, отчеты они формируют на основании расчетов?

**Ю.Ц.:** На основании прямых замеров параметров.