

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

### МЕРОПРИЯТИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГНЕТЕНИЯ ВОДЫ В ФУНДАМЕНТЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ «БЕЛЫЙ ТИГР» (ВЬЕТНАМ)

Нгуен Динь Тхинь

Научный руководитель – профессор М.В. Коровкин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Месторождение «Белый Тигр» является в настоящее время самым крупным месторождением на южном шельфе Вьетнама. Он имеет сложное геологическое строение. Месторождение «Белый Тигр» расположено на южном шельфе СР Вьетнама в блоке 09–1 в 120 км к юго-востоку от города–порта Вунгтау, основной производственно–технической и снабженческой базы СП «Вьетсовпетро».

Технология закачки воды для поддержания пластового давления применяется во многих нефтяных месторождениях, после 40 лет XX века, помогает значительно увеличить коэффициент извлечения, стабильность процесса добыча, высокая экономическая эффективность и рассматривается как один из популярных методов в процессе эксплуатации большинства мировых нефтяных месторождений.

Для трещиноватых фундаментов пород нефтяных месторождений «Белый Тигр» при естественном режиме, коэффициент извлечения нефти составляет лишь около 18% от первоначального объема. При применении урегулирование закачки воды коэффициент извлечения нефти может достигать более 70% от первоначальных геологических запасов нефти в недрах [1].

Ниже приведены решения и схемы закачки воды, применяемые в реальных или предлагаемых условиях для поддержания пластового давления в фундаменте с трещиноватыми коллекторами.

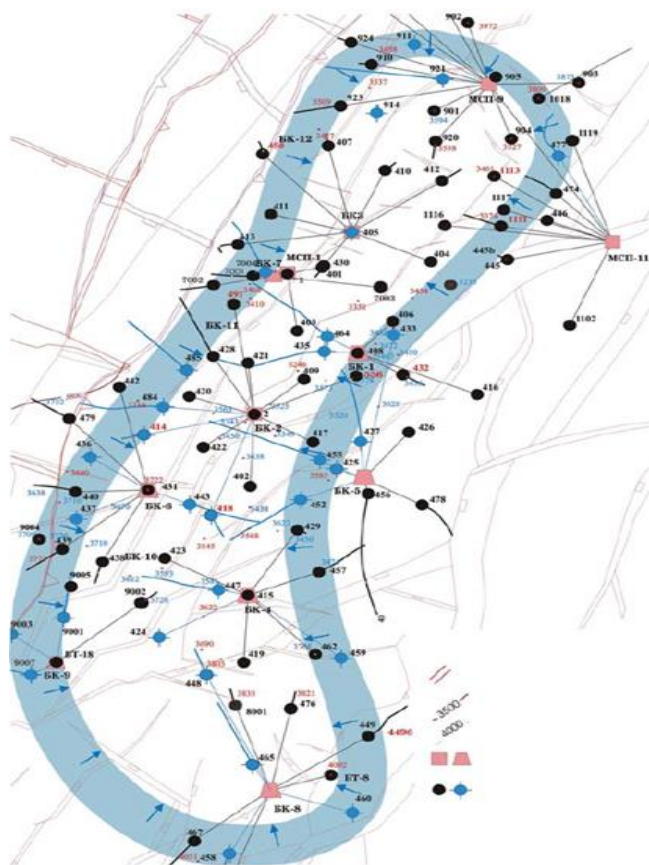
#### 1. Схема закачки воды в кустовых

Залежи в фундаменте с трещиноватыми коллекторами обычно массивные, имеют большие эффективные толщины и неоднородности в свойствах проницаемости и пористости, поэтому положение скважин распределяется в зависимости от возможностей извлечения каждой области. Эта характеристика приводит к снижению пластового давления сильно или слабо зависимых от добычи нефти, полученной в каждой конкретной области.

Для обеспечения устойчивой добычи, схема нагнетания воды по каждому кусту скважин устанавливается и распространяется в соответствии с группами добывающих скважин. Схема нагнетания воды в кусте скважин эффективно применяется в залежи фундамент месторождения «Белый Тигр» [2].

#### 2. Схема закачки воды из краевой области

Схема закачки воды от краевой области строится на основе, как правило, залежи в фундаменте с трещиноватыми коллекторами обычно массивные, имеющие призобойные воды или искусственные призобойные воды. Применение схемы закачки краевой воды позволяет не только создать промежуточную воду в призобойной зоне скважин, но и отталкивать нефти от нижней до кровли фундамента.



*Рис. Схема закачки воды от краевой области в центральном блоке фундамента месторождения «Белый Тигр»*

Экспресс испытание схемы закачки воды от краевой области до кровли фундамента осуществляется при помощи гидродинамического моделирования для Центрального блока фундамента месторождения «Белый Тигр» в период с 2003 по 2020 года, при постоянном пластовом давлении. Схема построена на Центральном блоке, на основе системы также 19 нагнетательных скважин, которые находятся на границе края.

Расчёт закачки воды, согласно экспериментам, показывает хорошие результаты, добыча нефти повышается, более чем на 2,04 млн тонн, чем результаты расчетов по технологии 2003 года. Добываемые воды увеличились с 1,5 до 1,64% в зависимости от изменения объема закачиваемой воды нагнетательных скважин (рис.) [3].

### **3. Закачка воды по циклу**

Метод закачки воды по циклу, предложенному Институтом нефти (СССР) в 1964 году, был впервые применен на месторождение Покровской. Технология закачки циклической воды основана на принципе изменения количества нагнетания воды или эксплуатации жидкости по циклу путем сдвига фазовых колебаний давления в каждой группе скважин, изменение направления фильтрационных потоков

Физической сутью процесса сдвига фазовых колебаний является повышение пластового давления в первой половине цикла и снижения давления во второй половине цикла, создавая импульсы давления, сжатие остаточной нефти, участие в процессе движения жидкости до добывающих скважин. Время закачки воды одного цикла колеблется от 4-10 дней и может быть до 75-80 дней.

Для повышения эффективности закачки воды по циклу, залежь должна обладать следующими характеристиками:

- неоднородность, слоистая или нефти в трещинах и матрицы, с высоким объемом остаточной нефти в пласте;

- способность техники и технологии для создания колебания давления с большой амплитудой (реальность может достигать от 0,5 до 0,7 средней перепад давления между нагнетательных скважин и добывающих скважин);

- способность компенсирования эксплуатаций циклическими нагнетаниями.

Циклическая закачка на ранней стадии добычи, может увеличить извлекаемые нефти от 5 до 6% или выше, на более поздних стадиях лишь около 1 до 1,5% [4].

Проведены испытания расчета гидродинамической модели на фундаменте месторождения «Белый Тигр», насосные время цикла составляет 4,5 до 7,3 дней. Доля воды в продукцию добывающих скважин при осуществлении нагнетания с различными циклами в диапазоне от 0,1 до 0,8% через 5 лет; извлечение нефти увеличилось в течение указанного периода, и потом нет никакого увеличения и имеет тенденцию к снижению.

### **4. Использование горизонтальных скважин для закачки воды**

Использование горизонтальных скважин для закачки воды имеет преимущество в том, что решает проблему размещения нагнетательных скважин, обеспечивая приемистость требуемой воды, корпус нагнетательных скважин с большим горизонтальной составляющей, способность хорошо взаимодействовать с высокой проницаемостью, что позволяет нагнетать объем воды в соответствии с техническими требованиями. Преимущество этого мероприятия – это способность компенсирования дебита добычи, поддержания пластового давления на требуемом уровне с малым числом нагнетательных скважин. Это новое решение, расширяющее применение горизонтальных скважин для закачки воды.

«Белый Тигр» является первым месторождением такого типа в мире для использования горизонтальных скважин для закачки воды поддержания пластового давления. Многократные нагнетательные скважины горизонтального бурения также имеют хорошую приемистость, как скважины 464-  $Q_{\text{макс}} \sim 7000 \text{ м}^3/\text{сут.}$  и 455 –  $Q_{\text{макс}} \sim 6000 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Результаты сравнивали вес средней приемистости нагнетательных скважин вертикального бурения и горизонтального бурения за 7 месяцев 2005 года на «Белый Тигр»: показатель для вертикальных скважин является  $1,154 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , для горизонтальных скважин  $2,294 \text{ м}^3/\text{сут.}$  Объем закачки воды в горизонтальные скважины больше в 2 раза по сравнению с вертикальными скважинами, но затраты на бурение - только в 1,5 раза в тех же условиях. Возможность улучшить приемистость горизонтальной скважины также можно в случае создания дополнительного пластового давления в трещиноватых коллекторах.

Таким образом, в зависимости от строения пласта и периода эксплуатации месторождения применяют схему закачки воды для улучшения эффективного извлечения нефти, например, закачка по циклу, закачка от краевой области и т.д. Для проницаемой высоконеоднородностной залежи, следует применять схему закачки воды в кустовых скважинах, чтобы помочь сбалансировать пластовую энергию всего добывающего объекта месторождения.

### **Литература**

1. Лебединец Н.П. Изучение и разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. Москва «Наука», 1997. – 397 с.
2. Фам Куанг Нгок. Закачка воды в залежи фундамента с трещиноватыми коллекторами месторождения «Белый Тигр». Нефтяное хозяйство, 2015. –№8. –С. 32–40.
3. НИПИ морнефтегаз. Адаптация и внедрение новых технологий увеличения нефтеотды и интенсификации разработки на месторождениях СП «Вьетсовптро», г. Вунг Тау, 2004.
4. Амелин И.Д., Сургучев М.Л., Давыдов А.В. Прогноз разработки нефтяных залежей на поздней стадии. Москва «Недра», 1994. – 308 с.