

запраты, вызванныенесобходимой остановкой скважины. Врассмотренном случае можнобылоизбежатьпотерь добычи в 1671,9 тонн нефти.

Литература

1. Котежеков В.В. Опыт применения анализа добычи в ПО Карра Торазе. – Инженерная практика. – 2013. – №9. – С. 17 – 20.
2. Мангазеев П.В. и др. Гидродинамические исследования скважин. Учебное пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2004. – 340 с.
3. Olivier Houzé, Didier Viturat. The Dynamic Data Analysis (DDA) Book. v4.30 - © KAPPA, 2013. – 694 с.
4. Чодри А. Гидродинамические исследования нефтяных скважин. Перевод с английского Юдин В.А., Ломакина О.В. под редакцией к. т. н. Вольпина В.Г. – Москва: ООО «Премиум Инжиниринг», .2011. – 687 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТЕРМОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Э.А. Сафиулина, В.А. Таланова**

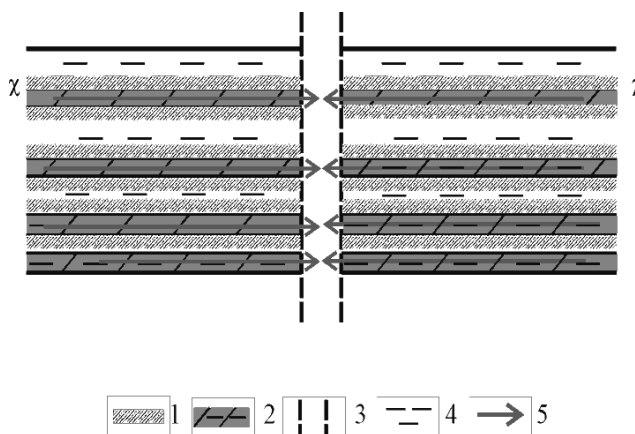
Научный руководитель П.С. Дозморов

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

Перспективы и стабильность развития нефтедобывающей промышленности определялись созданием эффективных методов для увеличения нефтеотдачи пластов. За последние три десятилетия происходит ухудшение качественного состояния сырьевой базы запасов нефти. Анализ поздних стадий разработки некоторых крупных месторождений Западной Сибири позволяет спрогнозировать сравнительно низкий коэффициент извлечения нефти (КИН). Одним из основных факторов, влияющих на это, является неоднородность коллекторских свойств и структурная сложность совместно залегающих низкопроницаемых коллекторов [5]. Поэтому традиционные технологии разработки нефтяных месторождений не позволяют достичь первоначально запланированных коэффициентов нефтеотдачи при добыче трудноизвлекаемых запасов. В данной статье рассматривается метод термогазового воздействия как один из самых перспективных методов увеличения КИН применительно к Баженовской свиты.

Согласно результатам экспериментальных исследований ядерного материала, при их нагреве до 250 – 350°C из микротрещиноватой породы извлекается легкая нефть, объем которой сопоставим и даже может превышать количество легкой нефти, содержащейся в макротрещиноватой породе [1].

Таким образом, результаты промысловых и лабораторных исследований диктуют необходимость интеграции теплового, газового и гидродинамического воздействия на породы баженовской свиты. Именно такое интегрированное воздействие может быть реализовано на основе развития отечественного термогазового способа разработки, реализуемого путем закачки в пласт водовоздушной смеси. При этом в условиях залегания баженовской свиты обеспечиваются самопроизвольные окислительные процессы кислорода, содержащегося в воздухе, с пластовыми углеводородами. В результате реакций формируется высокоэффективный вытесняющий газовый агент [3].



**Рис.1** Принципиальная схема строения нижнетуллеймской подсвиты в пределах Галяновского и Средне-Назымского участков [3]: 1 – слой  $\chi$  нефтематеринской породы; 2 – коллекторский прослой; 3 – перфорированный ствол скважины; 4 – битуминозные глины; 5 – пути миграции нефти в скважину

Термогазовые методы воздействия на пласт могут обеспечить эффективное вытеснение нефти и задействовать непосредственно соприкасающийся с ними слой нефтематеринской матрицы (на рис. 1, 2 обозначен через  $\chi$ ). При температуре выше 300–350 °C часть породы не коллектора приобретает фильтрационные свойства. В связи с этим оценку запасов нефти в дальнейшем, после получения по результатам специальных исследований соответствующих характеристик породы и параметров насыщающих флюидов, необходимо проводить по двум направлениям:

- оценка запасов в собственно выделенных коллекторах;
- оценка запасов, дренируемых в результате техногенного воздействия и находящихся в части нефтематеринской породы.

Использование трехмерного геологического моделирования для оценки запасов позволяет рассмотреть варианты с различными размерами зон техногенного дренирования нефтематеринской породы (зоны  $\chi$ ) и получить наиболее адекватную оценку активных запасов (доступных для извлечения при данной технологии разработки). Например, в случае подключения в разработку примыкающих к кровле и подошве каждого из коллекторских пропластков слоев нефтематеринской породы при пористости 8 % и мощности  $\sim 0,2$  м на Галяновском и Средне-Назымском лицензионных участках увеличение геологических запасов составит 2–3 раза [2].

Рассмотрим функции термогазовой установки, представленной на рисунке 2. Забор воздуха происходит из атмосферы, откуда он поступает в компрессорный блок, где сжимается до необходимого давления. После этого сжатый воздух подается в скважину, в которую также поступает вода из артезианской скважины с помощью насосного блока.

Скважины опытного участка до начала воздействия работали на естественном режиме, дебиты скважин в 2007–2009 гг. резко снизились ориентировочно с 45 до 5 тонн в сутки, давление в залежи за тот же период снизилось в среднем с 300 до 160 атм.

Всего за период эксперимента в нагнетательную скважину №Х1 закачано около 6 млн м<sup>3</sup> воздуха. При реализации термогазового воздействия наблюдается рост пластового давления по всем реагирующим скважинам опытного участка на 20 – 100 атм.

В ходе экспериментальных работ, опубликованных в [4], получены данные промысловых испытаний, подтверждающие теоретические положения о реализации термогазового воздействия, а именно:

- протекание активных внутрипластовых окислительных процессов (наблюдается значительное увеличение в добываемых газах доли азота до 45 %, углекислого газа до 16%, отсутствие кислорода);
- использование керогена в качестве основного топлива при внутрипластовых окислительных процессах: результат возможного пиролиза и крекинга керогена наблюдается в увеличении до двукратного объема добываемых углеводородных газов, увеличение доли углекислого газа;
- увеличения содержания легких фракций;
- существенное снижение плотности и вязкости нефти.

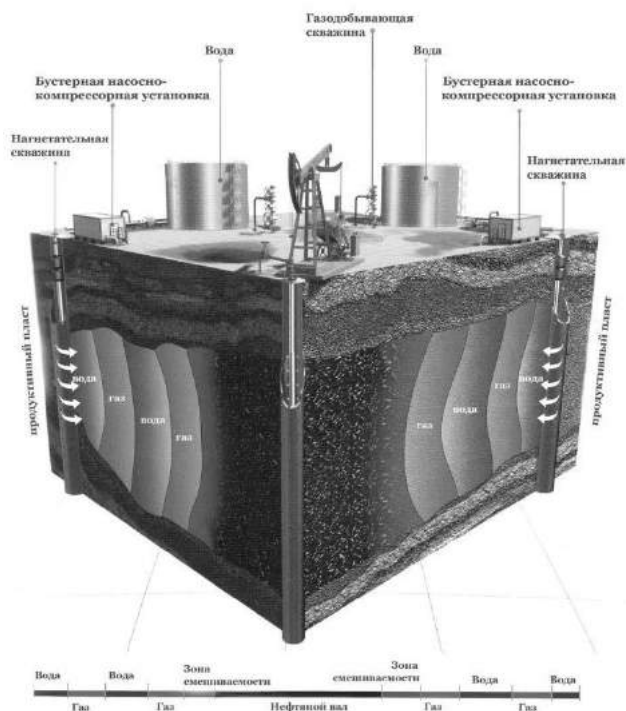


Рис.2 Комплексная установка термогазового воздействия [1]

В настоящее время с целью исследования технологии циклического термогазового воздействия для повышения охвата воздействием скважины опытного участка эксплуатируются периодически, закачка воздуха осуществляется циклами.

Литература

1. Боксерман А.А., Власов В.Н., Плынин В.В., Ушакова А.С., Фомкин А.В. Первичная оценка влияния водовоздушного отношения на эффективность разработки Баженовской свиты термогазовым методом // Нефтепромысловое дело. – Москва, 2011. – № 2. – С. 12 – 15.
2. Кокорев В.И. Инновационный термогазовый метод разработки отложений керогена Баженовской свиты месторождений Западной Сибири// Нефтяное хозяйство. – Москва, 2009. – № 9. – С. 37 – 39.
3. Кокорев В.И. Газовые методы - новая технология увеличения нефтеотдачи пластов// Нефтепромысловое дело. – Москва, 2009. – № 11. – С. 24 – 26.
4. Кокорев В.И. и др. Исследование процесса термического воздействия на образцы пород Баженовской свиты/ Нефтепромысловое дело. – Москва, 2010. – № 3. – С. 12 – 19.
5. Кокорев В.И. Техничко-технологические основы инновационных методов разработки месторождений с трудноизвлекаемыми и нетрадиционными запасами нефти // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Институт проблем нефти и газа Российской академии наук. – Москва, 2010.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ  
НЕФТИ И ГАЗА**

**С.И. Силкин, Ф.Н. Глушаненко**

**Научный руководитель ассистент П.С. Дозморов**

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

Последние десятилетия происходит рост доли трудноизвлекаемых запасов (ТриЗ) нефти и газа. Новые нефтяные месторождения приурочены, в основном, к ТриЗ, что обусловлено и физико-химическими свойствами пластовых флюидов, и геологическим строением залежей, и географией региона нефтедобычи (суша, море, северные территории, болота и т.д.).

По экспертным оценкам, мировые запасы: тяжелых нефтей (ТН) составляют более 800 млрд. тонн. Геологические запасы высоковязкой и тяжелой нефти (ВВН и ТН) в России превышают 6 млрд. т, однако их применение и извлечение требует использования специальных дорогостоящих технологий. Поэтому во всем мире идет поиск инновационных и эффективных методов и технологий освоения ТриЗ, в том числе ВВН и ТН. Запасы: тяжелых и битуминозных нефтей в 4 и более раз превышают признанную в мире величину остаточных извлекаемых запасов нефтей «нормальной» вязкости, и это показывает большие перспективы при их освоении.

Увеличение коэффициента извлечения нефти (КИН) из пластов в настоящее и в ближайшем будущем является одной из главных проблем обеспечения промышленности углеводородным сырьем и топливом в мире, в том числе в России. Эффективность известных методов извлечения нефти обеспечивает конечный КИН в пределах 0,25 – 0,45, что явно недостаточно для увеличения ресурсов нефти. То есть остаточные запасы или не извлекаемые промышленно освоенными и широко применяемыми методами разработки составляют примерно 55 – 75 % от геологических запасов нефти в недрах и представляют собой ощутимый резерв для прироста извлекаемых ресурсов с применением методов повышения нефтеотдачи пластов [4]. В связи с этим повышение степени извлечения нефти из пластов, разрабатываемых месторождений, за счет использования прогрессивных технологий воздействия на пласты является важной задачей для нефтяной отрасли.

Одновременно с уже традиционными тепловыми технологиями с использованием вертикальных скважин (закачка пара, горячая вода, внутрипластовое горение) уже применяют на месторождениях ряда стран, в том числе России, новые методы освоения запасов ВВН и ТН, основанные на использовании наклонных, горизонтальных и многоствольных скважин. Созданы технологии выработки запасов тяжелых и битуминозных нефтей, основанные на эффекте совместного гравитационного и теплового воздействия, в том числе и за счет электропрогрева [4].

Относительно новой технологией для добычи тяжелой нефти является метод SAGD (steam - assisted gravity drainage), т.е. метод, при котором два горизонтальных ствола параллельны и находятся в одной плоскости на расстоянии 7–10 м друг от друга. Верхняя скважина паронагнетательная, а из нижней ведут откачку нефти. SAGD успешно применяют на Ашальчинском месторождении в Татарстане [10]. Перспективным является процесс Vapex (Vapour extraction), при котором для уменьшения вязкости нефти в вышерасположенную горизонтальную скважину производят нагнетание нагретого газообразного углеводородного растворителя [1].

Внедряются и другие новые методы, такие как внутрипластовое горение (ВГ) с использованием горизонтальных скважин, метод CP (Cold production), применение забойных катализаторов и растворителей.

Технологию THAI («ТОЕ - ТО - HEEL» AIR INJECTION) зарубежные специалисты предлагают как новый технологический процесс добычи тяжелой и битуминозной нефти. Процесс объединяет преимущества известных термических технологий (ВГ, закачка пара) в сочетании с применением горизонтальных скважин [8]. Возможность достижения КИН равного 0,85 от начальных балансовых запасов нефти с вязкостью от 0,05 до 100 Па·с подтверждена лабораторными экспериментами. Процесс THAI можно осуществить и при первичной добыче, так и на следующих этапах нефтеизвлечения.

Термические методы имеют ряд ограничений и недостатков, которые описаны в открытой печати [12], поэтому логично ограничивать их применение в конкретных случаях и улучшать их комплексированием с другими технологиями.

Новой технологией в добыче нефти является волновое воздействие на пласт. Одним из таких методов является использование сейсмических импульсов. В последние годы зарубежными фирмами достигнуты значительные успехи в совершенствовании техники и технологии добычи высоковязкой нефти насосами различных типов. Этому способствовало создание такого оборудования, как длинноходовой привод установок ШГН, глубинных плунжерных насосов с увеличенными для прохождения вязкой жидкости проходными сечениями, винтовых насосов и центробежных