

С. Н. Нагаева

## **ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ В ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Все проявления техногенных изменений в недрах при поиске, разведке и разработке нефтяных месторождений могут быть очень разнообразными и приводить ко многим не всегда прогнозируемым последствиям. Актуальность задачи комплексного использования и охраны недр требует усиленного внимания как к обеспечению контроля выполнения мероприятий по охране окружающей среды, так и технологий, предусматривающих сокращение техногенного воздействия на неё. В статье рассматривается современная технология закачки воды для поддержания пластового давления в несколько пластов одновременно одной скважиной, повышающая технологическую культуру разработки месторождения, что положительно отражается на состоянии недр и окружающей среды. Данная технология направлена на снижение капитальных расходов по обустройству системы поддержания пластового давления, необходимости контроля и регулирования объемов закачки воды по отдельным пропласткам эксплуатируемого объекта. Внедряя одновременно-раздельную закачку, можно уменьшить количество наземных водоводов, что в конечном итоге приводит к уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду, обеспечивая экологическую безопасность.*

*Ключевые слова: Геоэкология, недропользование, поддержание пластового давления, одновременно-раздельная закачка, промысловые водоводы.*

S. N. Nagaeva

## **PROBLEMS OF GEOECOLOGY IN THE FIELD OF RATIONAL NON-USE OF USE AND THE WAY OF THEIR SOLUTION**

*All manifestations of technogenic changes in the depths in the search, exploration and development of oil fields can be very diverse and lead to many not always predictable consequences. The urgency of the task of integrated use and protection of mineral resources requires increased attention both to ensuring control over the implementation of environmental protection measures and for technologies that reduce the technogenic impact on it. The article considers the modern technology of water injection to maintain reservoir pressure in several layers at the same time with a single well, which increases the technological culture of field development, which positively affects the state of the subsoil and the environment. This technology is aimed at reducing capital expenditures for the development of a system for maintaining reservoir pressure, the need to control and regulate the volume of water pumping through individual layers of the exploited facility. Introducing simultaneous-separate injection, it is possible to reduce the number of land-based water conduits, which ultimately leads to a decrease in the man-made load on the environment, ensuring environmental safety.*

*Key words: Geoecology, subsoil use, maintenance of reservoir pressure, simultaneous-separate injection, commercial watercourses.*

---

### **Введение**

Комплексная наука геоэкология находится на стыке геологии, экологии, геохимии и географии, то есть охватывает разнообразные научные направления и практические проблемы [4]. В связи с этим данная наука рассматривает и оценивает роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газ, геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, кроме того, она изучает влияние хозяйственной деятельности человека во всех её проявлениях. Рациональное недропользование предусматривает множество мер, направленных на защиту окружающей среды, таких как проведение рекультивации, ресурсосбережение, а в последнее время – применение современных технологий в области нефтедобычи.

**Целью работы** является изучение и описание влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду при закачке воды в пласт при поддержании пластового давления (ППД). В данной статье на примере Ай-Пимского месторождения рассматривается современная технология одновременно-раздельной закачки (ОРЗ) воды для поддержания пластового давления в несколько пластов одновременно одной скважиной, повышающая технологическую культуру разработки месторождения, что положительно отражается на состоянии недр и окружающей среды.

### Результаты

Основная часть Ай-Пимского месторождения расположена в границах Ай-Пимского лицензионного участка, небольшая часть – в нераспределенном фонде в пределах Сургутского района ХМАО – Югры. Ближайшими населенными пунктами являются поселок Нижнесортымский, города Лянтор и Сургут. Разработка месторождения возможна только при условии искусственного поддержания пластового давления, то есть закачки воды в пласт. Традиционно закачка воды в пласт при ППД производится по замкнутому циклу: после извлечения вместе с нефтью и последующего отделения подтоварная вода с большим содержанием солей вновь закачивается. Такой подход позволяет не только сократить расход закачиваемой воды, но и снизить нагрузку на окружающую среду.

Однако, как видно из графика (рис. 1), на Ай-Пимском месторождении количество закачиваемой воды превышает проектное значение в несколько раз. Кроме того, на месторождении при оценке воздействия на геологическую среду при поддержании пластового давления наблюдается активизация эндогенных и экзогенных процессов. Во-первых, трубопроводы несут в себе большое количество тепла, поэтому на поверхности развиваются термокарстовые и дефляционные процессы, происходит как подтопление и заболачивание прилегающей к нефтепромыслу территории, так и механическое уплотнение и эрозия.

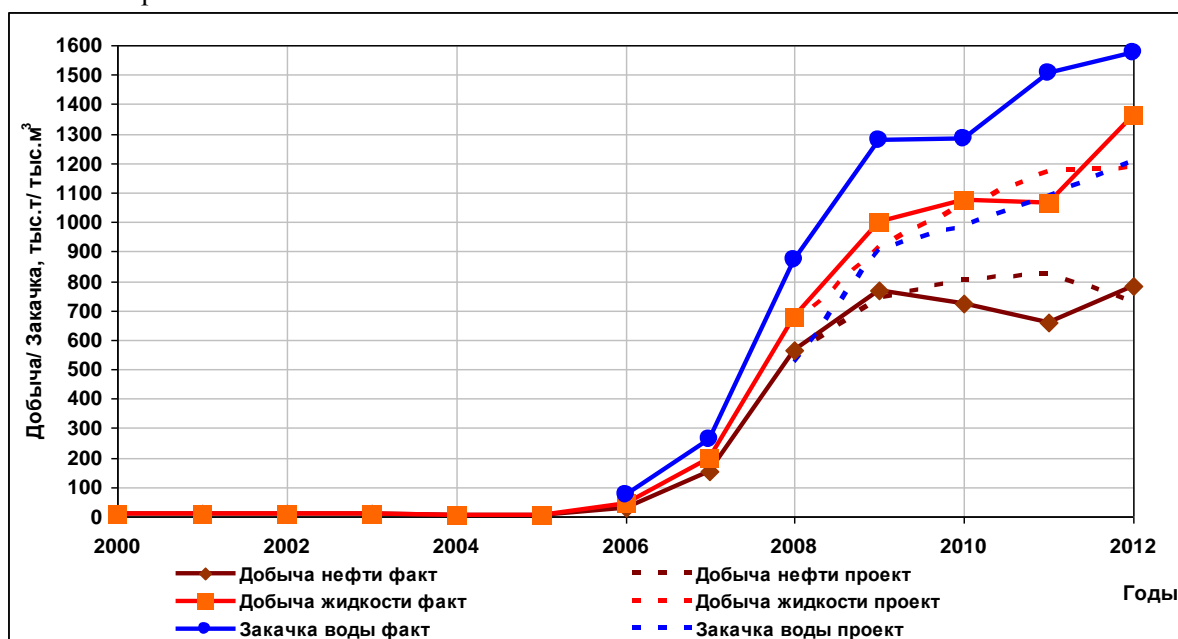


Рис. 1. Динамика основных показателей разработки Ай-Пимского месторождения

Грунт как субстрат для почвообразования меняется, нарушается естественный тепловой и гидрологический баланс. Все это может дать толчок к началу других форм нарушений поверхности – развитию эоловых процессов, оврагообразования, плоскостного смыва. Во-вторых, по промысловым водоводам транспортируются минерализованные пластовые сточные воды, и при порывах разлитые по поверхности воды приводят к засолению почв и последующей гибели растений.

Промысловой практикой подтверждается, что на такие сооружения, как скважины, резервуары, факелы и прочие, приходится в сумме не более 10 % случаев загрязнения окружающей среды. В отличие от водоводов, скважины, резервуары, факелы размещаются на рабочих площадках, имеющих обваловки и другие специальные меры защиты, а также круглосуточно присутствует персонал, что облегчает локализацию и ликвидацию разливов нефти и воды. Анализ частоты аварийных разливов вод на эксплуатируемом месторождении свидетельствует о том, что более 90 % случаев засоления территории происходит именно по причине разгерметизации промысловых водоводов.

Территория Ай-Пимского месторождения является труднодоступной, поэтому при порывах водоводов сложно своевременно локализовать и ликвидировать разливы, провести рекультивацию загрязненных земель, особенно зимой. Всё это влечет значительный экологический и экономический ущерб и требует привлечения больших средств и сил. Таким образом, анализ рисков показал, что экологическая безопасность в районе разработки описываемого месторождения определяется в большей части уровнем безопасности промысловых водоводов. Недропользователем выявлены основные факторы риска аварий на них, это, прежде всего, внутренняя коррозия (до 96,6% случаев). Безусловно, при проектировании сетей промысловых трубопроводов предусматривается их оснащение специальным оборудованием для мониторинга коррозии. Система мониторинга позволяет проводить диагностирование и оценку агрессивности среды, производить расчет технологических параметров эксплуатации водоводов.

Современная технология одновременно-раздельной закачки воды в несколько пластов одной скважиной для поддержания пластового давления первоначально была направлена на снижение капитальных расходов по обустройству данной системы, в которую входят нагнетательные скважины, водоводы и кустовые насосные станции, необходимости контроля и регулирования объемов закачки воды по отдельным пропласткам эксплуатируемого объекта. Однако в связи с тем, что на Ай-Пимском месторождении имеются территории с особым правовым режимом природопользования – водоохранные зоны рек и озер, где традиционно проживают и занимаются хозяйственной деятельностью 9 семей коренных малочисленных народов Севера, недропользователем было принято решение уменьшить количество подводящих и разводящих водоводов. Для этого два продуктивных пласта были объединены в один объект разработки  $АС_{11}+АС_{12}$  с развитием по нескольким направлениям:

1. Расширение диапазона возможностей и повышение эффективности заводнения как основного способа воздействия на эксплуатационный объект;
2. Снижение удельных расходов электроэнергии на закачку воды и действенное повышение экономичности системы ППД;
3. Приведение структуры системы ППД в соответствие с новыми технологиями закачки;
4. Охрана окружающей среды в связи с уменьшением протяжённости водоводов.

Компоновка одновременно-раздельной закачки позволяет по раздельным каналам насосно-компрессорных труб подавать воду под различным давлением от блока гребенки до пропластков, с разобщением пакером [3]. Регулирование и контроль объемов закачиваемой воды по пластам ведется устьевыми регуляторами и расходомерами.

Таким образом, технология ОРЗ:

1. Увеличивает коэффициент нефтеотдачи пластов;
2. Обеспечивает учет закачиваемой воды в каждый из пластов;
3. Предупреждает межпластовые перетоки по стволу скважины в момент ее остановки и при малых репрессиях;
4. Повышает эффективность методов увеличения нефтеотдачи пластов за счет использования одной скважины одновременно для поддержания пластового давления и селективной закачки агента для выравнивания профиля приемистости;
5. Нестационарно воздействует на пласты, изменяя их режимы;
6. Обеспечивает повышенные репрессии на низкопроницаемые нефтенасыщенные пласты с одновременным ограничением закачки воды в высокопроницаемые пласты;
7. Уменьшает количество наземных водоводов, что приводит к уменьшению техногенной нагрузки на окружающую среду, улучшает её качество, обеспечивает экологическую безопасность.

При закачке воды в пласты применяется в основном одноканальная (однотрубная) система с распределением расходов по пластам при помощи скважинных регуляторов или дросселей (рис. 2) [3].

Эксплуатация нагнетательных скважин осуществляется согласно действующим нормативно-техническим документам. Наземное и подземное оборудование отвечает проектным требованиям, устье скважин оборудуется арматурой типа АНК1-65-210.

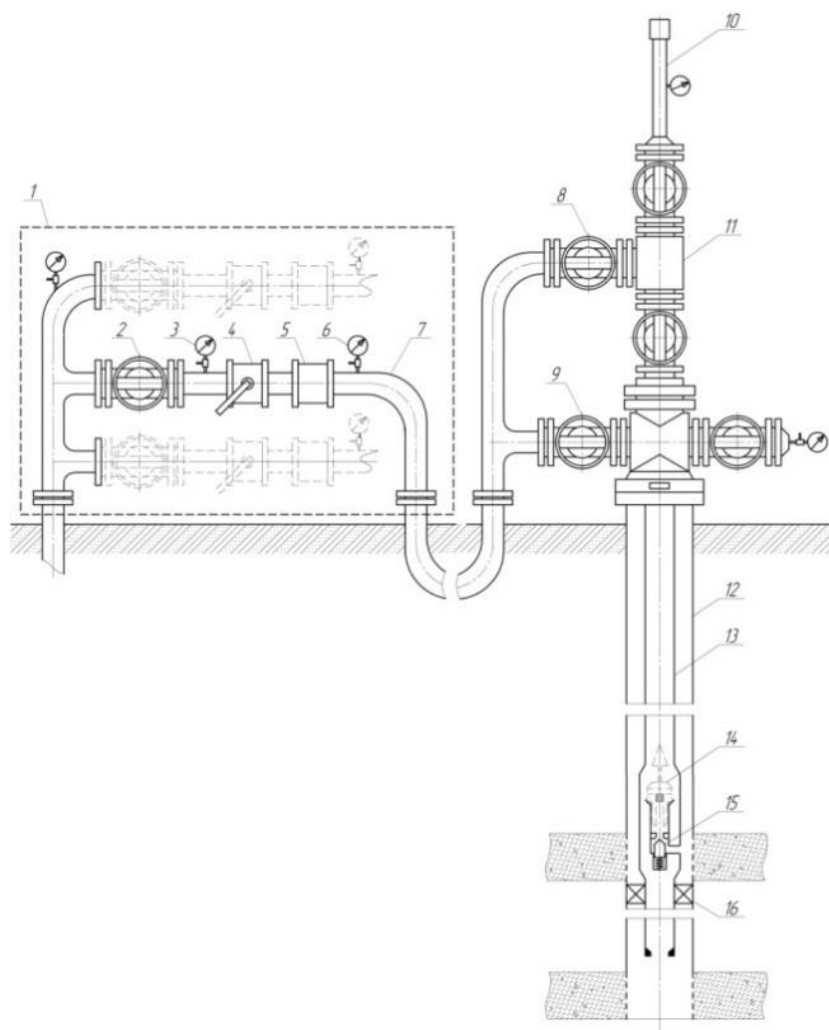


Рис. 2. Однотрубная однопакерная компоновка для одновременно-раздельной закачки воды в два пропластка:

- 1 – водораспределительная гребенка; 2 – задвижка входная; 3, 6 – манометр; 4 – регулятор расхода; 5 – расходомер; 7 – водовод нагнетательный; 8 – задвижка нагнетательного водовода; 9 – задвижка затрубья; 10 – лубрикатор; 11 – устьевая арматура; 12 – эксплуатационная колонна; 13 – колонна НКТ; 14 – дроссель верхнего пласта; 15 – КОРЗ-2; 16 – пакер самоопрессовочный

Закачку воды в скважины производят по колонне насосно-компрессорных труб диаметром 73 мм с установкой над интервалом перфорации пакера в соответствии с СТО 28-2012 «Технология использования пакера и порядок работы с ними в нагнетательных скважинах» [3].

При однотрубной компоновке вода через распределительную гребенку 1 (рис. 2) подается в скважину по одной колонне труб 13 (73 мм). На глубине верхнего пласта часть объема воды из колонны НКТ 13 через специальное оборудование (КОРЗ) поступает в затрубное пространство и далее в верхний пропласток. Другая часть объема воды поступает в нижний пропласток. Регулирование приемистости по пропласткам производится с помощью сбрасываемых дросселей [3].

Регулирование и контроль объемов закачиваемой воды по пластам ведется устьевыми регуляторами и расходомерами. Промышленное производство оборудования для двухтрубной компоновки организовано ООО «Югсон-Сервис» (г. Тюмень), однотрубной компоновки ООО «Нефтех», г. Тюмень [3].

Двухтрубная компоновка ОРЗ (рис. 3) позволяет по раздельным каналам НКТ подавать воду под различным давлением от распределительной гребенки до разобщенных пакером пропластков.

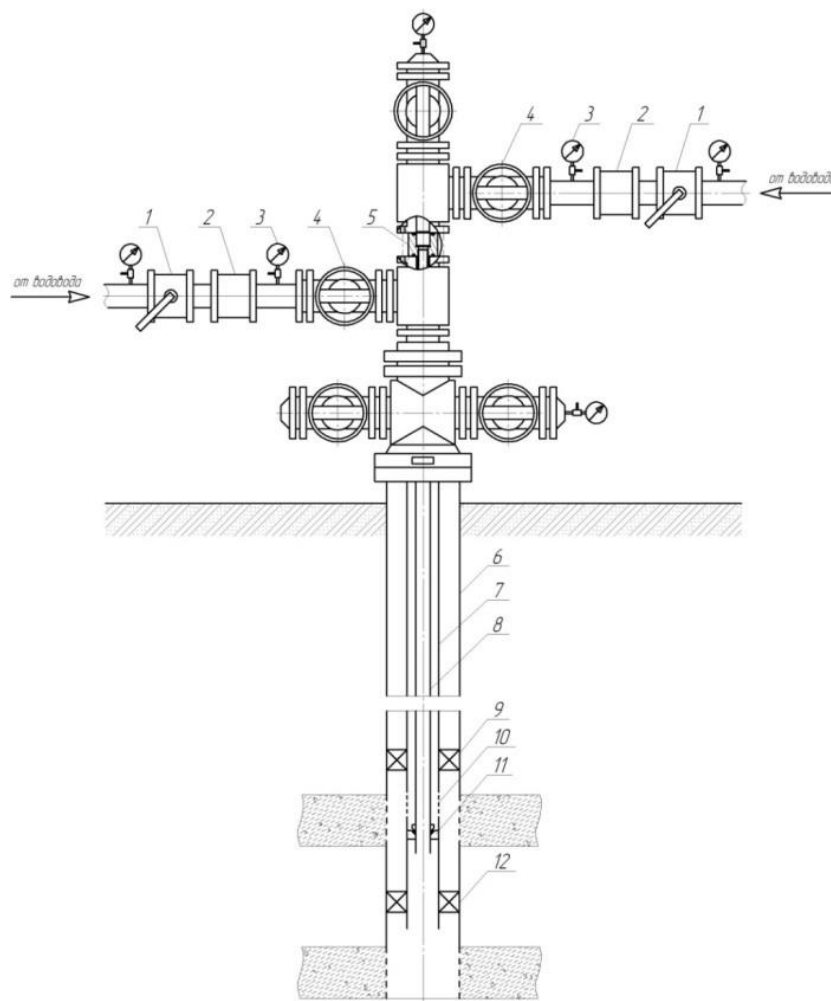


Рис. 3. Двухтрубная компоновка для ОРЗ воды в два пропластка: 1 – регулятор расхода; 2 – расходомер; 3 – манометр; 4 – задвижка; 5 – планшайба подвески внутренней колонны труб; 6 – эксплуатационная колонна; 7 – внешняя колонна труб; 8 – внутренняя колонна труб; 9 – верхний пакер; 10 – фильтр; 11 – разъединитель; 12 – пакер самоопрессовочный

### Выводы

Итак, одновременно-раздельная закачка – это современная технология, включающая использование интеллектуальных скважин с многопакерно-секционными компоновками для дифференциальной закачки в геологически разнородные эксплуатационные объекты [2].

Внедряя ОРЗ, можно оптимизировать систему ППД, повышая её эффективность, что в перспективе должно обеспечить на месторождении проектные объемы закачиваемой воды для поддержания пластового давления. Рассматривая данную технологию через призму проблем геоэкологии в области недропользования, мы видим, что одновременно-раздельная закачка ликвидирует противоречие «экономических соображений» и охраны окружающей среды и недр при выборе эксплуатационных объектов.

В заключение важно подчеркнуть, что различные направления работ в области рационального недропользования, конечно, не исчерпывают всех задач, которые рассматривает геоэкология. Все проявления техногенных изменений в недрах при поиске, разведке и разработке нефтяных месторождений могут быть очень разнообразными и приводить ко многим не всегда прогнозируемым последствиям. Актуальность задачи комплексного использования и охраны недр требует усиления внимания как к обеспечению контроля выполнения мероприятий по охране окружающей среды, так и технологий, предусматривающих сокращение техногенного воздействия на неё. Прогрессивная технология одновременно-раздельной закачки воды в пласт позволяет свести к минимуму воздействие эксплуатируемых объектов на окружающую среду.

### Список литературы

1. Акульшин, А. И., Эксплуатация нефтяных и газовых скважин [Текст] / А. И. Акульшин, В. С. Бойко. – М. : Недра, 1989. – 480 с.
2. Барышников, А. В. Опыт применения и перспективы развития технологии одновременно-раздельной закачки на Южно-Приобской лицензионной территории [Текст] / А. В. Барышников, Д. Р. Галеев, О. М. Гарипов, О. А. Кофанов // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 7. – С. 22–29.
3. Техничко-экономическое обоснование коэффициентов извлечения нефти Ай-Пимского месторождения [Текст] / А. Н. Юрьев, В. И. Кушнир ; ТО СургутНИПИнефть. – Тюмень, 2008.
4. Теория и методология экологической геологии [Текст] / кол. авторов ; под ред. В. Т. Трофимова. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 210 с.