

## **Аннотация**

диссертации на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070800 – Нефтегазовое дело

Гусенов Искандер Шахсаванович

Study of the possibility of gel forming polymers application for the productivity increase of oil wells - Изучение возможности применения гелеобразующих полимеров для увеличения производительности нефтяных скважин

### **Актуальность исследований.**

Высокая обводнённость сокращает период продуктивной работы скважин и приводит к коррозии оборудования. Повышенная обводнённость нефтяных скважин является результатом прорыва воды через высокопроницаемые каналы фильтрации. Данная проблема особенно актуальна для месторождений поздней стадии разработки.

На сегодняшний день существует множество технологий по снижению проницаемости высокообводнённых каналов фильтрации, среди которых гелеполимерные системы получили наибольшее распространение. Несмотря на широкий выбор тампонирующих материалов, проблема снижения обводнённости по-прежнему остаётся актуальной для большинства нефтедобывающих компаний.

В Казахстане более половины добываемой нефти приходится на месторождения поздней стадии разработки, такие как Узень, Каражанбас, Бузачи, Кумколь, Каламкас и другие. Высокая обводнённость (90% и более) вызванная длительным заводнением в условиях сильной геологической неоднородности пластов является основной причиной низкой продуктивности скважин на таких месторождениях. Гели на основе полиакриламида и жидкого стекла применялись на некоторых месторождениях Казахстана с целью снижения обводнённости и увеличения добычи нефти. Однако, как показала практика, несмотря на их эффективность, данные материалы обладают рядом недостатков и не рекомендуются к применению в условиях высокой минерализации пластовых вод. Таким образом, актуальность данной работы заключается в необходимости изучения применимости тампонирующих материалов, которые могут использоваться в условиях высокой минерализации пластовых вод Казахстанских месторождений.

**Цель исследования** заключалась в изучении возможности применения гелеобразующего полимера геллана для водоизоляции и как следствие увеличения продуктивности нефтяных скважин.

**Объектом исследования** в данной работе являются тампонирующие материалы и особенности их применения для водоизоляции в нефтяных пластах.

**Предметом исследования** в данной работе является биополимер геллан и гидродинамическое поведение его водного раствора в водо- и нефтенасыщенной пористой среде.

**Научная новизна данной работы заключается в следующем:**

- 1) Впервые было изучено гидродинамическое поведение водного раствора геллана при его фильтрации через соленасыщенные пористые среды с разной проницаемостью (см. рис. 37).
- 2) Было изучено влияние геля геллана на проницаемость пористой среды в зависимости от концентрации соли в ней, а также температуры (см. рис. 41, 43, 44).
- 3) Было изучено влияние раствора геллана на снижение проницаемости по нефти (см. рис. 51).

**На защиту выставляются следующие положения:**

1) Уникальное свойство водного раствора полимера геллана образовывать гель при контакте с солёной водой позволяет применять его как однокомпонентный тампонирующий материал в нефтяных пластах. Способность водного раствора геллана образовывать гель даже при наличии в пластовой воде двухвалентных катионов (см. рис. 28) даёт ему преимущество по сравнению с аналогами.

2) Учитывая особенности гидродинамического поведения геллана в пористой среде, для обработки призабойных зон скважин рекомендуется попеременная закачка оторочек раствора геллана и пластовой воды (см. рис. 39). Было показано, что такой режим закачки позволяет снизить расход полимера минимум в 2 раза. Однако, для обработки удалённых зон пласта рекомендуется непрерывная закачка раствора геллана (см. рис. 49).

3) Результаты, которые были предоставлены компанией АО «Тургай Петролеум» доказывают эффективность геллана для обработки нагнетательных скважин. Согласно отчёту, закачка 2 тонн сухого порошка геллана в виде водного раствора в нагнетательные скважины 3383 и 3065 позволила дополнительно добыть 5890 тонн (43108 баррелей) нефти за 11 месяцев после проведённых работ (см. таб. 8). При цене нефти 50 долларов за баррель, с учётом стоимости геллана (4,5 доллара за 1 кг), экономическая прибыль от проведённых работ составляет около 2 млн. долларов США без включения затрат на работу и аренду оборудования.

4) Эффективность геллана для обработки добывающих скважин была доказана результатами предоставленными ТОО «Саутс-Ойл» (см. приложение). Согласно отчёту, закачка 120 м<sup>3</sup> 1% раствора геллана в добывающую скважину К-34 позволила снизить обводнённость с 80 до 40% (см. рис. 60). Сравнение продуктивных характеристик работы скважины К-34 до и после закачки геллана указывает на высокую эффективность геллана для изоляции дискретных высокопроницаемых каналов и трещин.

**Практическая значимость данной работы** заключается в том, что проведённые лабораторные исследования позволили определить диапазон пластовых условий, в пределах которого возможно эффективное применение полимера геллана в качестве тампонирующего материала. В результате

проведённых исследований были даны рекомендации по применению геллана для обработки как нагнетательных, так и добывающих скважин. Интерпретация проведённых промысловых испытаний по закачке геллана в нагнетательные и добывающие скважины указала на высокую эффективность применения данного реагента для изоляции дискретных высокопроницаемых каналов и трещин.

**Работа выполнялась** в Лаборатории Инженерного Профиля КазННТУ им. К.И. Сатпаева и ЧУ Институт Полимерных Материалов и Технологий.

**Апробация работы и публикации.**

Результаты научных исследований были апробированы на месторождении Кумколь (2013) и Карабулак (2015). В результате было дополнительно добыто более 5800 тонн нефти в течение 11 месяцев, а также снижена обводнённость добывающей скважины К-34 с 80 до 40%.

Автором была получена рецензия с положительным отзывом от Dr. Randall Seright (New Mexico Tech), который более 30 лет занимается научными исследованиями в области применения полимерных гелей для увеличения производительности нефтяных скважин и является одним из самых цитируемых авторов по данной тематике.

Результаты работы были опубликованы в 14 публикациях, включая: 3 статьи в журналах Thomson Reuters, 3 статьи в журналах рекомендованных ККСОН МОН, 1 инновационный патент РК, 1 статью в журнале Oil&Gas Russia, 6 докладов на международных конференциях, которые проходили в Словакии, России и Казахстане.