

УДК: 622.27

А.С.Шишлов, Р.Х. Усманов, М.А. Азаматов, Н.В. Кудлаёва  
 Филиал «Муравленковскнефть» ОАО «Газпромнефть-ННГ», г. Муравленко, Россия  
 shishlov.as@yamal.gazprom-neft.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВЫРАВНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ И ПРИТОКА НА ОСНОВЕ ЗАКАЧКИ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

Работа посвящена решению проблем разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами путем комплексного подхода к обработке как добывающих, так и нагнетательных скважин полимерными системами. Предложен метод совместной обработки нагнетательных и добывающих скважин с последующим синхронным запуском в работу. Расчеты на гидродинамической модели показали, что применение предлагаемого подхода позволяет достичь увеличения накопленной добычи нефти, снижения обводненности продукции.

*Ключевые слова:* выравнивание профиля приемистости, полимерные системы.

### Введение

В последнее время большое внимание нефтяных компаний уделяется вопросам снижения текущей обводненности продукции и повышения уровней добычи нефти. Это связано с тем, что в балансе запасов нефти увеличилась доля трудноизвлекаемых нефтей с неоднородным строением пластов коллекторов.

Данная работа посвящена применению полимерных систем при одновременной изоляции притока из промытых интервалов в добывающих скважинах и выравниванию профиля приемистости в нагнетательных скважинах для исключения закачки рабочего агента в выработанные интервалы пласта.

### Методика работ

Первоначально был рассмотрен процесс фильтрации флюидов в пласте на примере упрощенной 2D модели. Пласт является неоднородным по фильтрационным свойствам и состоит из двух низкопроницаемых пропластков (20 мД) разделенных высокопроницаемым (100 мД). В процессе закачки низкопроницаемые слои принимают воду в меньшем объеме по сравнению с высокопроницаемым (Рис. 1, 2). Вследствие чего, наблюдается неравномерное движение фронта вытеснения и ранний прорыв нагнетаемого агента в добывающую скважину, что влечет за собой формирование значительной доли неизвлекае-

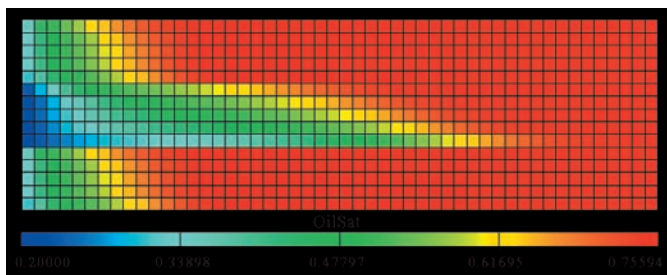


Рис. 1. Движение фронта нагнетаемой воды в пласт на начальном этапе.

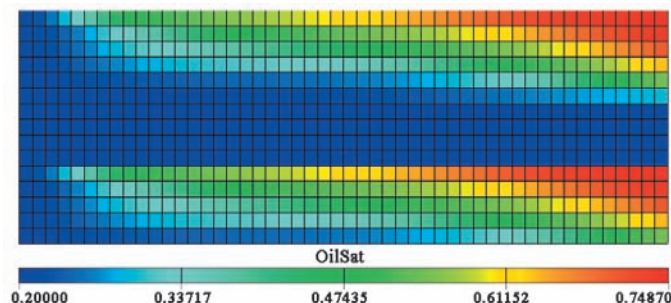
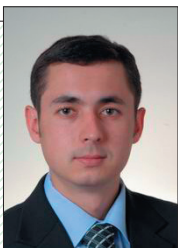


Рис. 2. Прорывной характер движения фронта нагнетаемой воды в пласт, в связи с неоднородным распределением фильтрационных свойств.

Окончание статьи В.Ю. Бахурского, Р.Н. Васильева, И.Ф. Талипова «Особенности разработки месторождений с трещино-поровыми коллекторами»

**Бахурский Владислав Юрьевич**  
 Инженер, «Газпромнефть-ННГ» Филиал «Муравленковскнефть», отдел по работе с пластом. Научные интересы: анализ геолого-технических мероприятий, гидродинамическое моделирование, геология, обработка призабойной зоны.



629603, РФ, Тюм. область, ЯНАО г. Муравленко ул. Ленина д. 82/19. Тел.: 8 9195-57-23-20.

**Васильев Роман Николаевич**  
 Инженер, «Газпромнефть-ННГ» Филиал «Муравленковскнефть», отдел по разработке нефтяных и газовых месторождений. Научные интересы: разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.



629603, РФ, Тюм. область, ЯНАО, г. Муравленко ул. Ленина д. 82/19. Тел.: 8 9120-72-98-78.

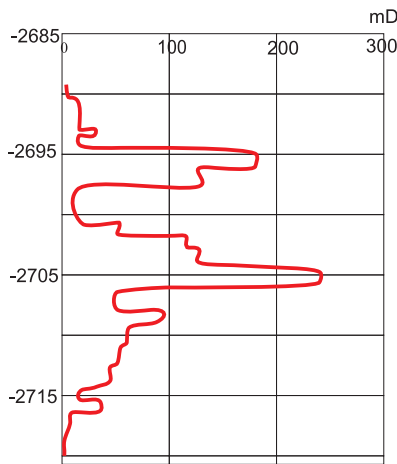


Рис. 4. Распределение проницаемости по разрезу для скважины 2101, входящей в 20-ый блок Сугмутского месторождения.

ных запасов и низкого значения коэффициента извлечения нефти (КИН).

Для решения данной проблемы была предложена закачка полимерных систем (ПС) как в нагнетательную, так и в добывающую скважину одновременно. Оценка эффективности применения такого подхода была проведена на основе гидродинамического моделирования.

### Гидродинамическое моделирование

В процессе моделирования были приняты следующие допущения:

- закачиваемый полимер проникает в высокопроницаемый слой;

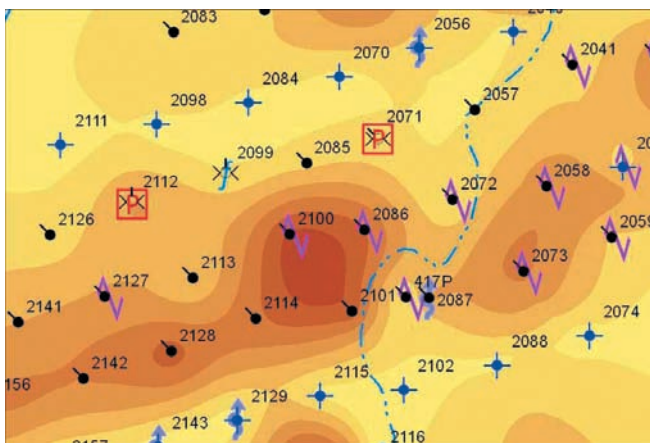


Рис. 3. Карта остаточных запасов 20-ого блока Сугмутского месторождения.

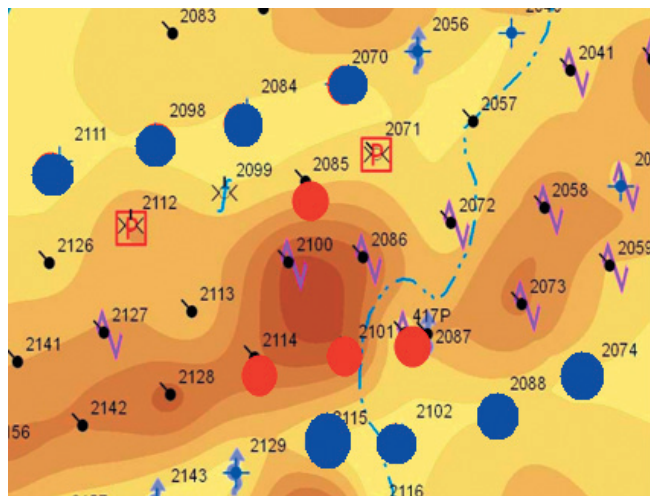


Рис. 5. Схема расположения обрабатываемых добывающих и нагнетательных скважин.

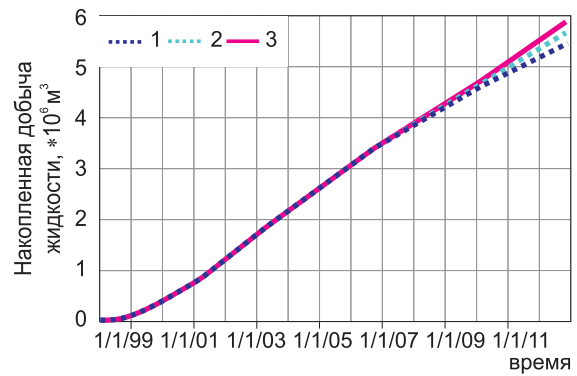


Рис. 6. Накопленная добыча жидкости для 3-х вариантов разработки месторождения. 1 – При закачке ПС в нагнетательные и добывающие скважины; 2 – Накопленная добыча жидкости при закачке ПС в нагнетательные скважины; 3 – Накопленная добыча жидкости при базовом варианте разработки.

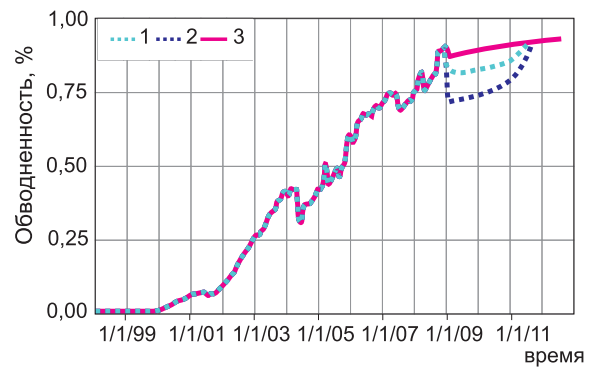


Рис. 7. Динамика обводненности продукции при обработке скважин полимерными системами (ПС). 1 – Изменение обводненности при закачке ПС в нагнетательную скважину; 2 – Изменение обводненности при закачке ПС в нагнетательные и добывающие скважины; 3 – Изменение обводненности при базовом варианте разработки.

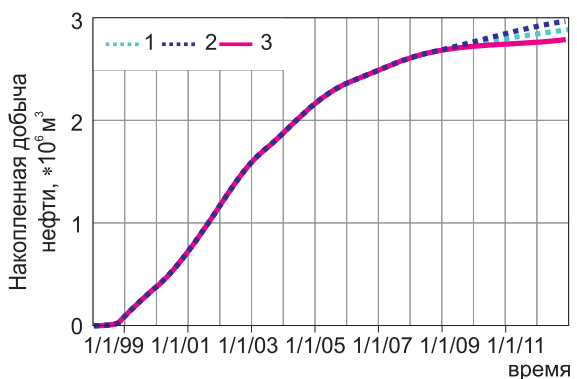


Рис. 8. Накопленная добыча нефти для 3-х вариантов разработки месторождения. 1 – Накопленная добыча нефти при закачке ПС в нагнетательные и добывающие скважины; 2 – Накопленная добыча нефти при закачке ПС в нагнетательные скважины; 3 – Накопленная добыча нефти при базовом варианте разработки.

- гель заполняет весь поровый объем ячеек высокопроницаемого слоя, образуя однородную структуру;
- после закачки полимера проницаемость ячейки снижается до 3 мД.

На основе простейшей 2D модели была проведена оценка следующих вариантов закачки полимерных систем:

- 1 – закачка воды в пласт (базовый вариант);

2 – закачка полимерной системы только в нагнетательную скважину;

3 – закачка полимерной системы в нагнетательную и добывающую скважину.

Результаты моделирования показали, что лучшим вариантом является применение обработки полимером и нагнетательной и добывающей скважины. Такие выводы были сделаны на основе следующих наблюдений:

- снижение обводненности скважинной продукции на 9%, вследствие чего наблюдается увеличение накопленной добычи нефти на 11% и снижение попутно добываемой воды;

- увеличение коэффициента охвата по пласту.

Таким образом, на основе полученных результатов рекомендуется проводить обработки полимерными системами для выравнивания профиля приемистости и притока как нагнетательных, так и добывающих скважин с последующим синхронным запуском в работу.

## Применение методики на Сугмутском месторождении

Следующим шагом в работе было рассмотрение применения рекомендованного подхода на Сугмутском месторождении. Рост обводненности Сугмутского месторождения в основном связан с прорывом вытесняющего агента (воды) в добывающие скважины. Это объясняется тем фактом, что основной объект разработки пласт БС<sub>9,2</sub> блаждает неравномерным распределением фильтрационно-емкостных свойств. Средневзвешенное значение открытой пористости по пласту БС<sub>9,2</sub> составляет 0.17, проницаемость изменяется в достаточно широких пределах от 5 мД до 300 мД.

Для обработки был выбран 20 блок Сугмутского месторождения. Выбор объекта исследования проводился с учетом различных факторов:

- расположение объекта в зоне невыработанных запасов (Рис. 3);

- наличие неоднородного распределения свойств по разрезу (Рис. 4);

- подтверждение роста обводненности скважинной продукции за счет вытесняющего агента (химический анализ проб).

Участок, выбранный для исследования удовлетворяет всем требованиям для проведения работ по закачке полимерных систем как в нагнетательные, так и в добывающие скважины. При обработке полимерного состава рекомендуется использовать следующие технологии (Кудлаева и др., 2010):

- CL -system;
- ВДС + ЭС + ВУС + НСІ;
- ЭСС + ГОС;
- ГОС .

На основе сектора гидродинамической модели Сугмутского месторождения был произведен расчет закачки полимерных систем в пласт в трех вариантах:

1 – закачка воды (базовый вариант);

2 – закачка полимерной системы в нагнетательные скважины;

3 – закачка полимерной системы в нагнетательные и

добывающие скважины (Рис. 5).

## Результаты

Сравнительный анализ результатов гидродинамического моделирования показал, что наибольший эффект наблюдается при совместной обработке нагнетательных и добывающих скважин с последующим их синхронным запуском (Рис. 6).

Снижение добычи жидкости объясняется концевым блокированием высокопроницаемых слоев в пласте. В результате чего изменяется обводненность добываемой скважинной продукции: для случая совместной обработки добывающих и нагнетательных скважин обводненность снижается с 90% до 70%; в случае обработки только нагнетательных скважин с 90% до 82% (Рис. 7). Сравнение проводилось с базовым вариантом разработки месторождения.

Важным показателем в рассмотрении вопроса применения полимерных систем при одновременной обработке добывающих и нагнетательных скважин является динамика изменения накопленной добычи нефти (Рис. 8). Согласно приведенным в работе графикам, для случая совместной обработки нагнетательных и добывающих скважин наблюдается наибольший прирост в добыче нефти – 10%.

## Выводы

Расчеты на гидродинамической модели показали, что применение предлагаемого в работе подхода совместной обработки нагнетательных и добывающих скважин с последующим синхронным запуском в работу позволяет достичь:

- увеличения накопленной добычи нефти около 10%, в сравнении с базовым вариантом;

- снижения обводненности продукции более чем на 10% в сравнении с базовым вариантом;

- снижение затрат на специальную подготовку добываемого флюида;

- снижение затрат на подготовку и утилизацию добываемой воды;

- снижение затрат на защиту нефтепромыслового оборудования от коррозии и солеотложений.

## Литература

Кудлаева Н.В., Усманов Р.Х., Талипов И.Ф. Анализ эффективности применения физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пласта на месторождениях Филиала «Муравленковск-

A.S. Shishlov, R.H. Usmanov, M.A. Azamatov, N.V. Kudlaeva. **Straightening the injectivity and fluid profile methods based on polymer systems treatment.**

This article describes the development problems of oil fields with difficult reserves. Authors provide the complex approach of polymer system treatment either producing or injecting wells. Hydrodynamic analysis shows increase of cumulative oil production, decrease of well stream watering.

*Keywords:* straightening the injectivity profile, polymer systems.



## Жизнь, посвященная нефтяной науке

Сергей Федорович Люшин относится к блестящей плеяде нефтяников Республики Башкортостан и России. Заслуженный деятель науки и техники БАССР, к.техн.н., отличник нефтяной промышленности СССР, лауреат Государственной премии Совмина СССР, награжден орденом Дружбы народов и медалями – он прошел путь от инженера до зам. директора Башнипинефти. Крупнейший специалист и организатор научных исследований в области борьбы с отложениями, автор более 70 печатных работ, в том числе 5 монографий и 20 авторских свидетельств, обладатель медалей ВДНХ, член диссертационных советов при Уфимском нефтяном институте (УНИ) и Башнипинефти, председатель ГЭК по защите дипломных работ в УНИ.

С.Ф. Люшин родился 20.03.1930 г. в дер. Урал Ютазинского района ТАССР, окончил Уфимский нефтяной институт в 1953 г., по распределению поступил на работу в УфНИИ (Башнипинефть) и посвятил науке последующие 38 лет своей жизни в стенах одного из старейших и ведущих научно-исследовательских институтов страны.

Начало его научной деятельности совпало с бурным развитием нефтедобычи и нефтяной науки в СССР. Многие работы, выполненные им и под его руководством, были первыми и их результаты используются до настоящего времени. Среди них: методы исследования нагнетательных и нефтяных скважин, режимы эксплуатации нефтяных скважин, основополагающие исследования механизма выпадения парафина и неорганических солей, методы предупреждения и борьбы с отложениями в скважинах и нефтепромысловом оборудовании.

Особое место в его научной деятельности занимает разработка на мировом уровне химических методов борьбы с органическими и неорганическими отложениями. Он руководил программами ГКНТ СССР и Миннефтепрома в этой области. Для их выполнения привлекались ведущие специализированные фирмы США, Англии, ФРГ и других стран, проводились совместные исследования как в базовой лаборатории Башнипинефти, так и за рубежом при непосредственном его участии.

Научный уровень и практическая ценность его исследований способствовали превращению Башнипинефти в головную организацию в области борьбы с отложениями.

Велика роль его многолетних научных исследований в создании организации «Союзнефтепромхим» (СНПХ), – головной в синтезе, производстве и обеспечении химреагентами практически всех процессов нефтедобычи. В основу деятельности этой организации были положены многие разработки возглавляемой им лаборатории.

Научное направление исследований, которому он посвятил свою жизнь, и сегодня актуально. Вновь «оживает» проблема отложений парафина, сохраняется проблема отложений неорганических солей, возникает и активизируется проблема отложений сульфида железа. Основополагающими в решении этих проблем являются химические методы, обоснованию и развитию которых он отдал много сил и знаний. Над их решением в современной обстановке трудятся его ученики, соратники и коллеги совместно с молодыми специалистами.

Занимая в течение 10 лет должность зам. директора по науке в области добычи нефти, ремонта скважин, подготовки нефти, охраны окружающей среды и бурения, он координировал научно-исследовательские работы, обосновывал перед АНК «Башнефть» и НГДУ задачи прикладной науки, внедрения их результатов в производство.

Сергей Федорович Люшин – видный ученый и крупный организатор науки, оставил свой след в одной из актуальнейших областей нефтепромыслового дела. Он успел заглянуть вперед и явился одним из зачинателей химизации технологических процессов нефтедобывающей отрасли.

В эти дни С.Ф. Люшину исполнилось бы 80 лет. К сожалению, более 19 лет его нет среди нас. В жизни часто бывает так, что лучшие люди уходят от нас до обидного рано. Но мы, его коллеги, соратники и друзья, не забываем Сергея Федоровича. Он постоянный наш наставник и оппонент. Его человеческие качества и научное наследие передаются из поколения в поколение, призывая нас к чистоте экспериментов и честности, как в науке, так и в жизни.

*От ветеранов УфНИИ-Башнипинефть  
С признательностью Р.Х. Масагутов*

Окончание статьи А.С. Шишлова, Р.Х. Усманова, М.А. Азаматова, Н.В. Кудлаёвой «Применение современных методов выравнивания профиля приемистости...»

**Шишлов Алексей Сергеевич**  
Инженер службы повышения нефтеотдачи пластов Филиала «Муравленковскнефть» ОАО «Газпромнефть-ННГ».

629603, РФ, ЯНАО, г.Муравленко, ул. Ленина, 82/19. Тел.: +7 9124-23-23-19.



**Усманов Рустэм Хамитянович**  
Начальник службы повышения нефтеотдачи пластов филиала «Муравленковскнефть» ОАО «Газпромнефть-ННГ».

629603, РФ, ЯНАО, г. Муравленко, ул. Ленина, д. 82/19. Тел.: +7 9220-60-03-37.



**Кудлаёва Найля Владимировна**

Инженер службы повышения нефтеотдачи пластов Филиала «Муравленковскнефть» ОАО «Газпромнефть-ННГ». Область научных интересов: геология и разработка нефтяных и газовых месторождений, оценка коллекторских свойств и строения резервуаров.

629603, РФ, Тюм. область, ЯНАО, г. Муравленко, ул. Ленина, д. 82/19.

Тел.: +7 9120-72-98-77.

