



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ МЕТОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН. ДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРОЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Б.М.Мухтанов

Атырауский филиал ТОО «КМГ Инжиниринг», Атырау, Казахстан

Application of Thermal Methods in the Republic of Kazakhstan. Current Projects and Prospects

B.M.Mukhtanov

Atyrau Branch of KMG Engineering, Atyrau, Kazakhstan

Abstract

This article presents the results of assessment and prospectivity of high-viscosity oil reserves difficult to recover development technology application by means of thermal formation treatment based on analysis of Kenkiyak, Kumsai and Mortuk fields development. These studies will be the basis for the application of the technology for extracting high-viscosity oil at the Emba fields in Kazakhstan, which contributes to an increase in the resource base as a whole.

Keywords:

Reservoir;
High-viscosity oil;
Enhanced oil recovery;
Oil production;
Thermal recovery methods.

© 2021 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Как известно, в Казахстане добываемая нефть в основном высоковязкая, тяжелая и относится к категории нетрадиционных ресурсов.

Важнейшей составляющей сырьевой базы нефтяной отрасли не только Казахстана, но и ряда других нефтедобывающих стран мира являются запасы тяжелой высоковязкой и битуминозной нефти. По оценкам специалистов, их мировой суммарный объем оценивается в 810 млрд.т, что почти в пять раз превышает объем остаточных извлекаемых запасов нефти малой и средней вязкости, составляющий лишь 162.3 млрд.т. Высокий ресурсный потенциал данного вида углеводородного сырья обуславливает тот факт, что его разработке нефтяные компании уделяют все большее внимание.

Ниже в таблице 1 представлены сравнительные данные по запасам высоковязкой нефти (ВВН) в мире, странах СНГ и в Казахстане. Как видно из таблицы, остаточные балансовые запасы категорий А, В, С₁ в Казахстане составляют 934 млн.т, или 12.3% запасов стран СНГ.

По категориям геологических запасов нефти РК большая часть относится к запасам промышленных категорий (рис.1).

Наибольшая доля геологических запасов нефти промышленных категорий сосредоточена

Характеристика	Величина, млрд.т
Мировые запасы высоковязкой нефти	810
Мировая добыча высоковязкой нефти	0.440
Мировые запасы нефти малой и средней вязкости	162
Запасы высоковязкой нефти на территории стран СНГ (кат. А+В+С ₁)	7.598
Российская Федерация	6.236
Казахстан	0.934
Азербайджан	0.389

в Мангистауской области (445 млн.т или 54%). В Атырауской области геологические запасы нефти промышленных категорий составляют 222.3 млн.т или 27% (рис.2). Геологические запасы нефти непромышленной категории Атырауской области составляют 32.9 млн.т или 29% от общих геологических запасов нефти данной категории.

В Казахстане имеется опыт применения таких термических технологий повышения нефтеотдачи пласта (ПНП), как создание внутривластового

E-mail: Mukhtanov.B@llpcmg.kz

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20210100488>



Рис.1. Распределение геологических запасов ВВН в РК по категориям

горения и паротепловое воздействие (месторождения «Каражанбас», «Узень», «Кенкияк», «Кумсай»).

Термические технологии разработки являются одним из наиболее эффективных методов воздействия на пласт для интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи. В настоящее время широко применяются различные методы теплового воздействия на пласт с помощью закачки горячей воды, пара или внутрипластового горения. Наилучшим теплоносителем среди технически возможных к применению является водяной пар. Поэтому повышение эффективности применения данной технологии имеет непосредственное практическое значение.

За последние годы в области разработки нефтяных месторождений с ВВН в Республике Казахстан и за рубежом достигнут определенный прогресс. Одним из достижений для Казахстана является применение технологии тепловых методов на месторождениях «Кенкияк», «Кумсай» и «Мортук».

Месторождение «Кенкияк», находящееся в Актюбинской области в промышленную разработку вступило в 1966 г. На надсолевых неглубоко залегающих продуктивных пластах месторождения «Кенкияк» применение пара для интенсификации было начато в 1972 году. В 2001 г. в восточной части месторождения были начаты опытно-промыш-

ленные работы (ОПР) по постоянной закачке пара (паротепловое воздействие) по девятиточечной площадной системе и пароциклическая обработка скважин (ПЦОС), в результате применения которых увеличилась эффективность разработки и отбор нефти. Увеличение производительности скважин происходит вследствие снижения вязкости пластовой нефти и разрушения асфальтосмолистых отложений в призабойной зоне пласта, что ведет к снижению фильтрационных сопротивлений в гидродинамической системе.

На месторождении «Кенкияк» созданы 2 участка по применению термической технологии ПНП в зонах с большой плотностью подвижных запасов нефти (рис.3). По данным участкам было выполнено более 400 мероприятий ПЦОС с закачкой пара температурой $T = 270 \text{ }^\circ\text{C}$ при сухости пара 75%. Продолжительность закачки около 7 дней. По результатам анализа эффективности применения термической технологии, в зависимости от количества циклов проведенных паропереработок, радиус прогрева пласта изменяется от 5 до 35 м. В зависимости от местоположения добывающей скважины и удельного объема закачки пара, длительность положительного эффекта достигает 8 месяцев. Всего за годы реализации ПЦОС было дополнительно добыто нефти 95.5 тыс.т или 206 т на 1 скважино-операцию (рис.4). В целом на месторождении проведено 463 паропереработки, при этом удельная дополнительная добыча нефти получается до 4 циклов паротепловой обработки скважин (ПТОС) со снижением эффекта от цикла к циклу, хотя радиус прогретой зоны пласта уменьшается незначительно от 11.6 м при первой ПТОС до 9.6 м при 4 ПТОС, что связано в основном с увеличением обводненности продукции скважины в процессе эксплуатации. Средний радиус прогретой зоны составляет 11.4 м. Средняя продолжительность эффекта от применения технологии на участке №2 больше, чем на участке №1 и составляет более 12 месяцев.

В результате проведения ПЦОС на участках №1 и №2 дебиты нефти в среднем увеличились от 1.8 до 2.5 т/сут по 1-му участку и от 2 до 3 т/сут по 2-му участку.

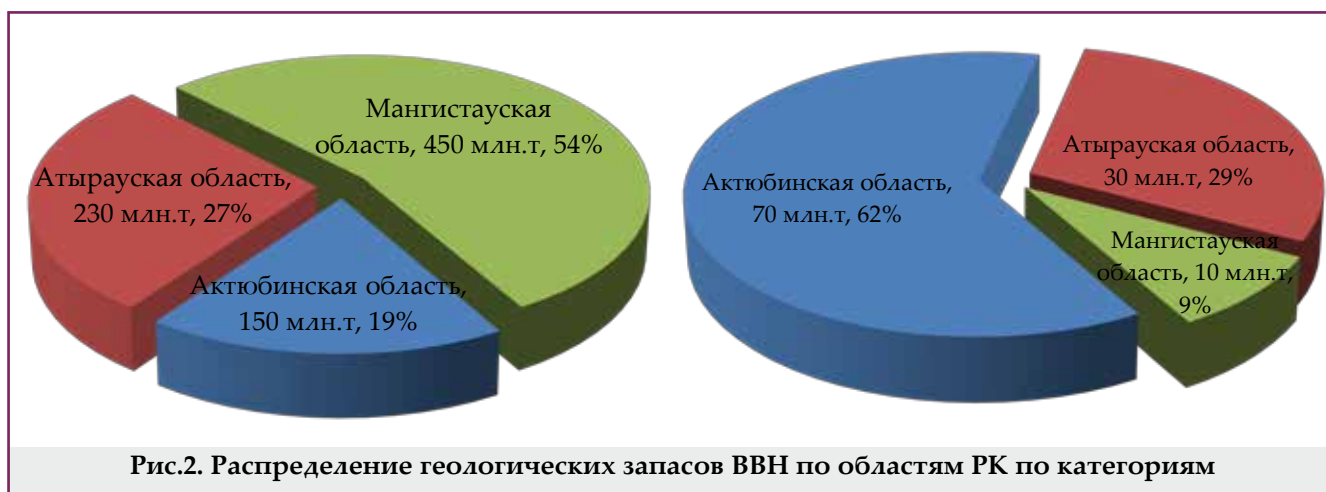


Рис.2. Распределение геологических запасов ВВН по областям РК по категориям

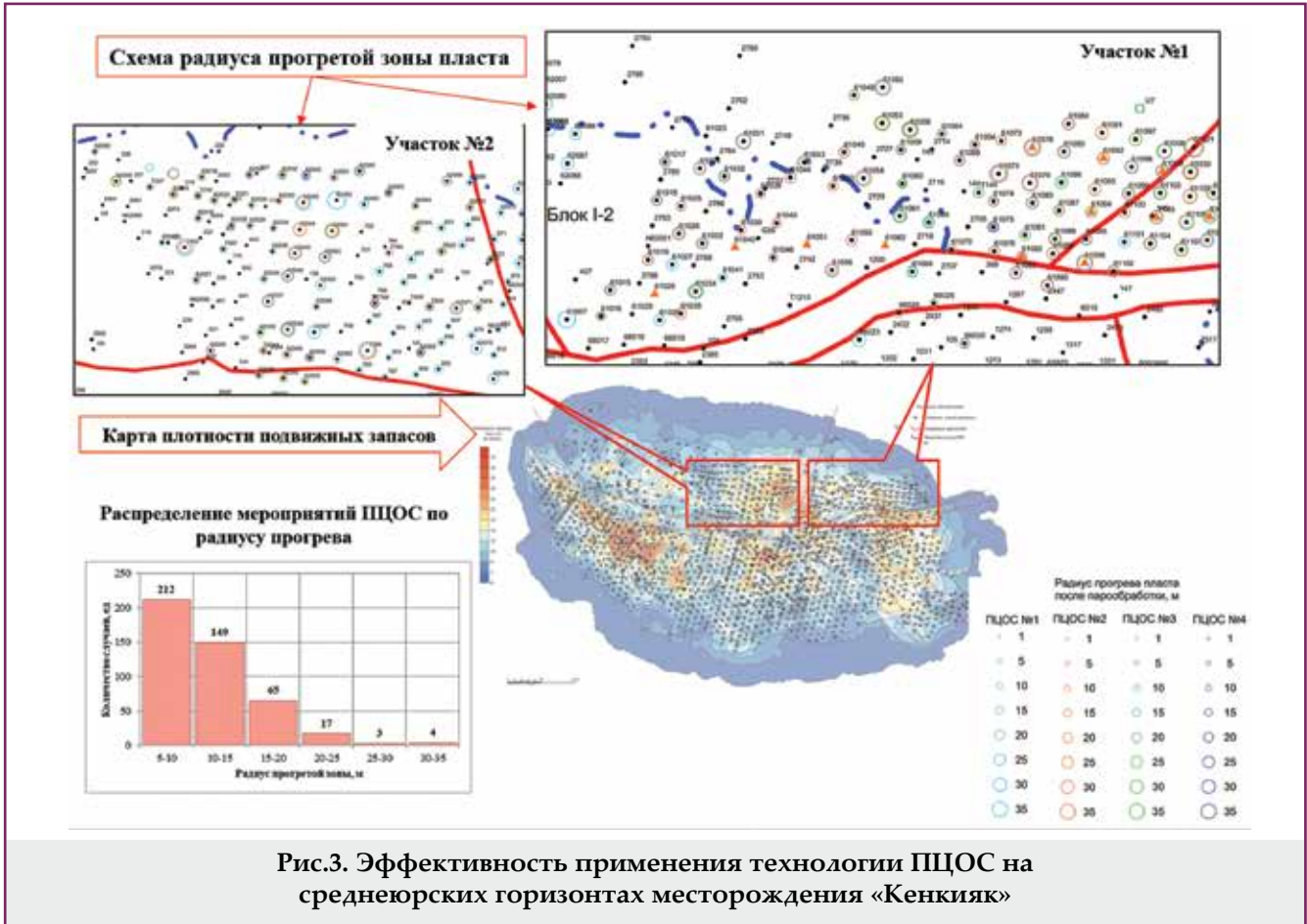


Рис.3. Эффективность применения технологии ПЦОС на среднеюрских горизонтах месторождения «Кенкияз»

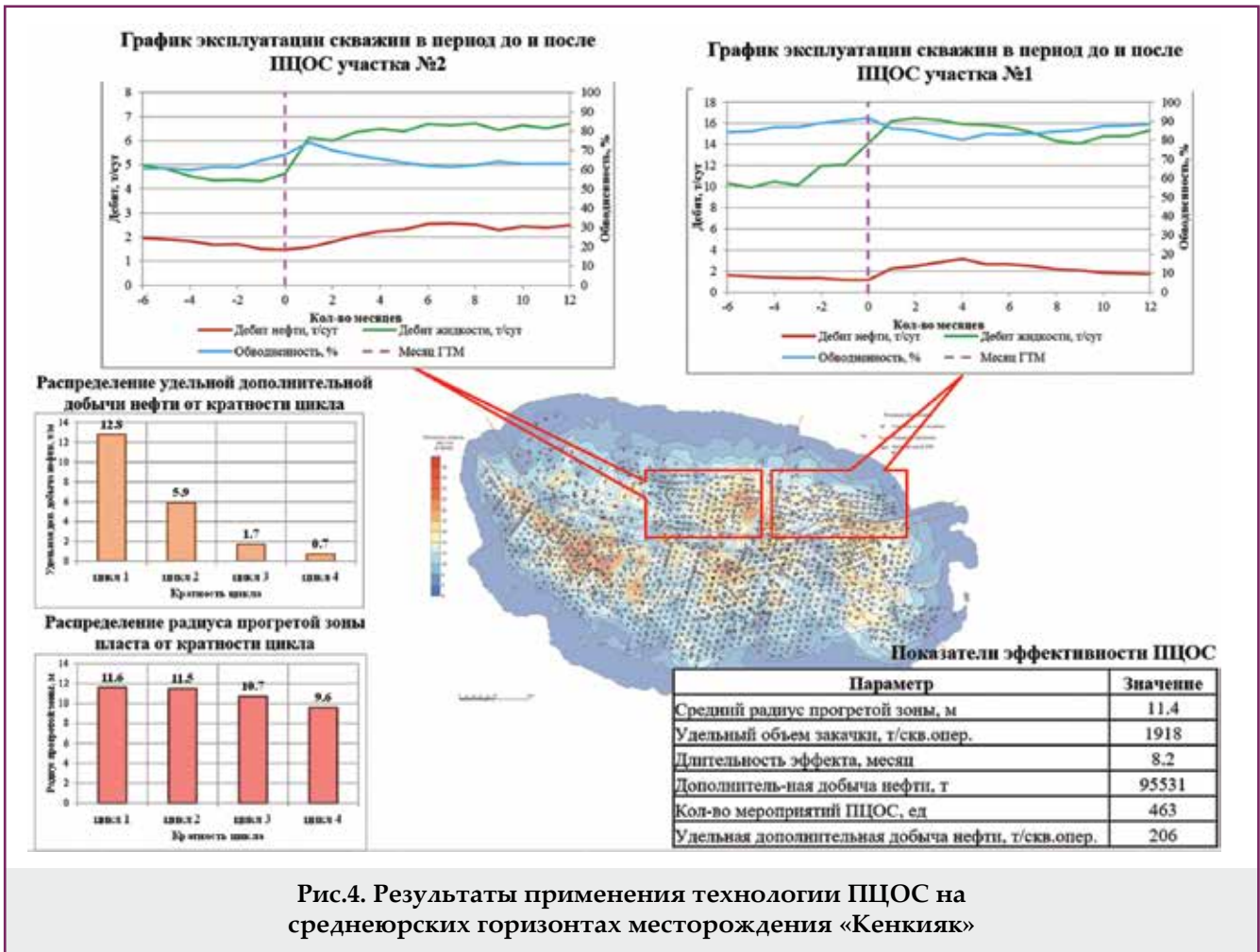
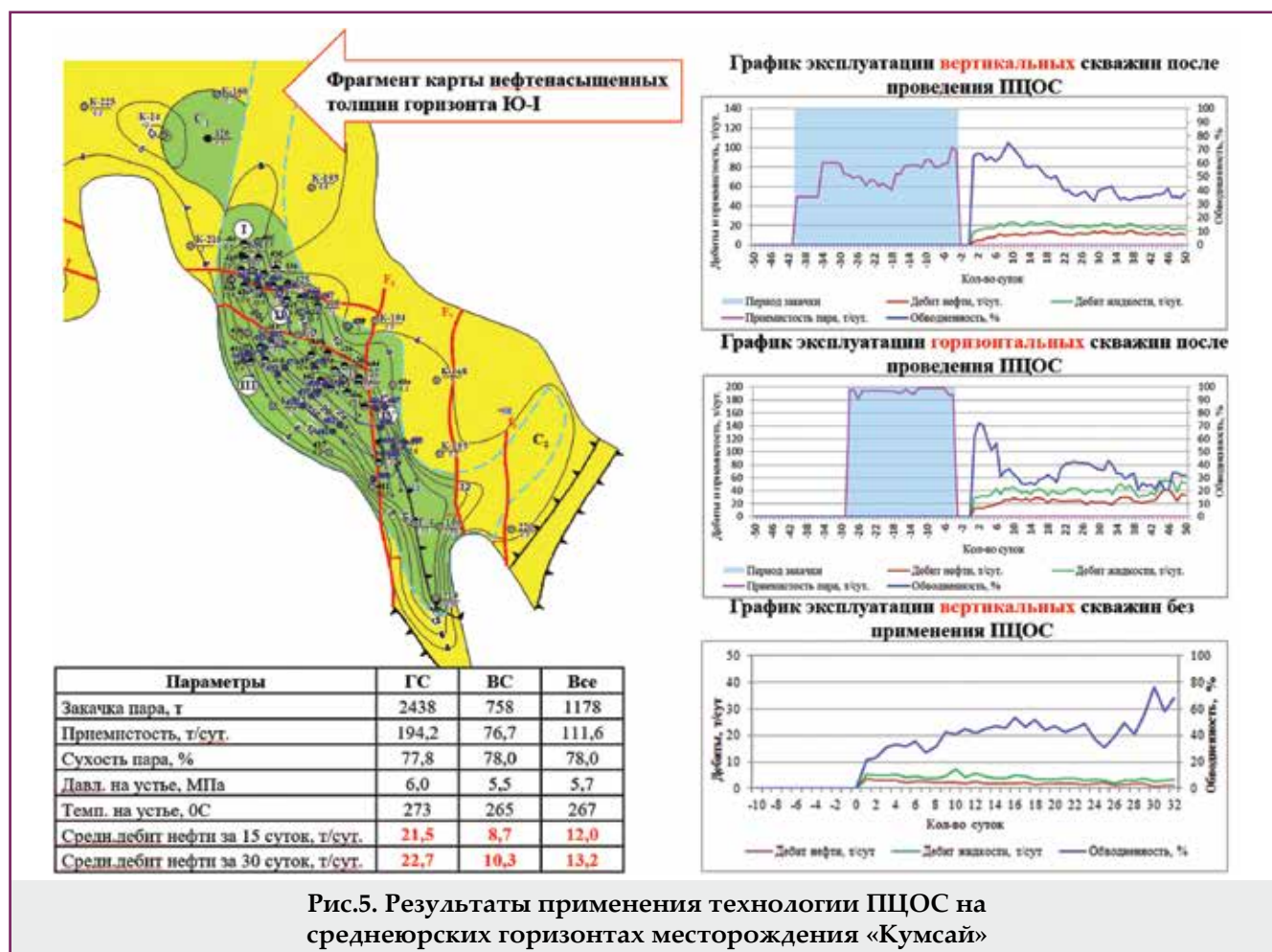


Рис.4. Результаты применения технологии ПЦОС на среднеюрских горизонтах месторождения «Кенкияз»



На месторождении «Кумсай» термические технологии применяются с 2014 г. в рамках опытно-промышленных работ по апробации ПЦОС на вертикальных (ВС) и горизонтальных (ГС) скважинах (рис.5).

Как видно из рисунка 5, с течением времени после проведения ПЦОС средний дебит нефти повышается, достигая по ВС от 8.7 т/сут за 15 суток до 10.3 т/сут за 30 суток и по ГС от 21.5 т/сут за 15 суток до 22.7 т/сут за 30 суток. По ВС проведено 27 ПЦОС или 75%, а по ГС 9 ПЦОС или 25%.

Всего было выполнено 36 мероприятий по ПЦОС на 36 добывающих скважинах, в т.ч. 9 на ГС. В среднем дебиты нефти по ВС достигают 10 т/сут, по ГС – 22 т/сут, а без применения ПЦОС дебиты нефти не превышают 3 т/сут. В результате ПЦОС на горизонтальных скважинах намного эффективнее по сравнению на вертикальных скважинах за счет большего охвата вскрываемых толщин продуктивных пластов.

По месторождению «Мортук» работы по применению термических технологий только начинаются в 2014 г.

Нижнемеловые продуктивные пласты месторождения Мортук являются битуминозными, что значительно затрудняет их извлечение традиционными методами.

Оператором в рамках опытно-промышленных работ в начале текущего года по 5 вновь пробуренным добывающим скважинам применялась тех-

нология ПЦОС. Характеристика закачанного пара аналогична использованному на месторождениях «Кенкияк» и «Кумсай». Данные работы проведены на скважинах МБ-4, 5, 6, 9, 10 (рис.6, 7) на основании и по результатам интерпретации геофизических исследований новых скважин. По новым скважинам проведено от 1 до 2 циклов ПЦОС.

На рис. 7 представлены показатели эксплуатации скважин после ПЦОС. Несмотря на аномальную вязкость битума, получены положительные результаты в виде притока нефти самоотеклом, тогда как естественным путем вызов притока невозможно осуществить. По результатам построены графики продолжительности работы скважин после проведенного мероприятия. Выявлено, что из-за остывания зоны прогрева состояние околоствольной зоны возвращается в начальное положение.

Перспективными проектами по применению тепловых методов для извлечения ВВН с участием Атырауского филиала ТОО «КМГ Инжиниринг» (ранее ТОО НИИ «Каспиймунайгаз») являются:

Расширение применения ПЦОС на месторождении «Кумсай»;

Расширение применения тепловых методов на месторождении «Мортук»;

Апробация тепловых методов на выбранных участках опытно-промышленных работ меловых продуктивных пластов М-I и М-II месторождения «Кенбай» (участок Восточный Молдабек);

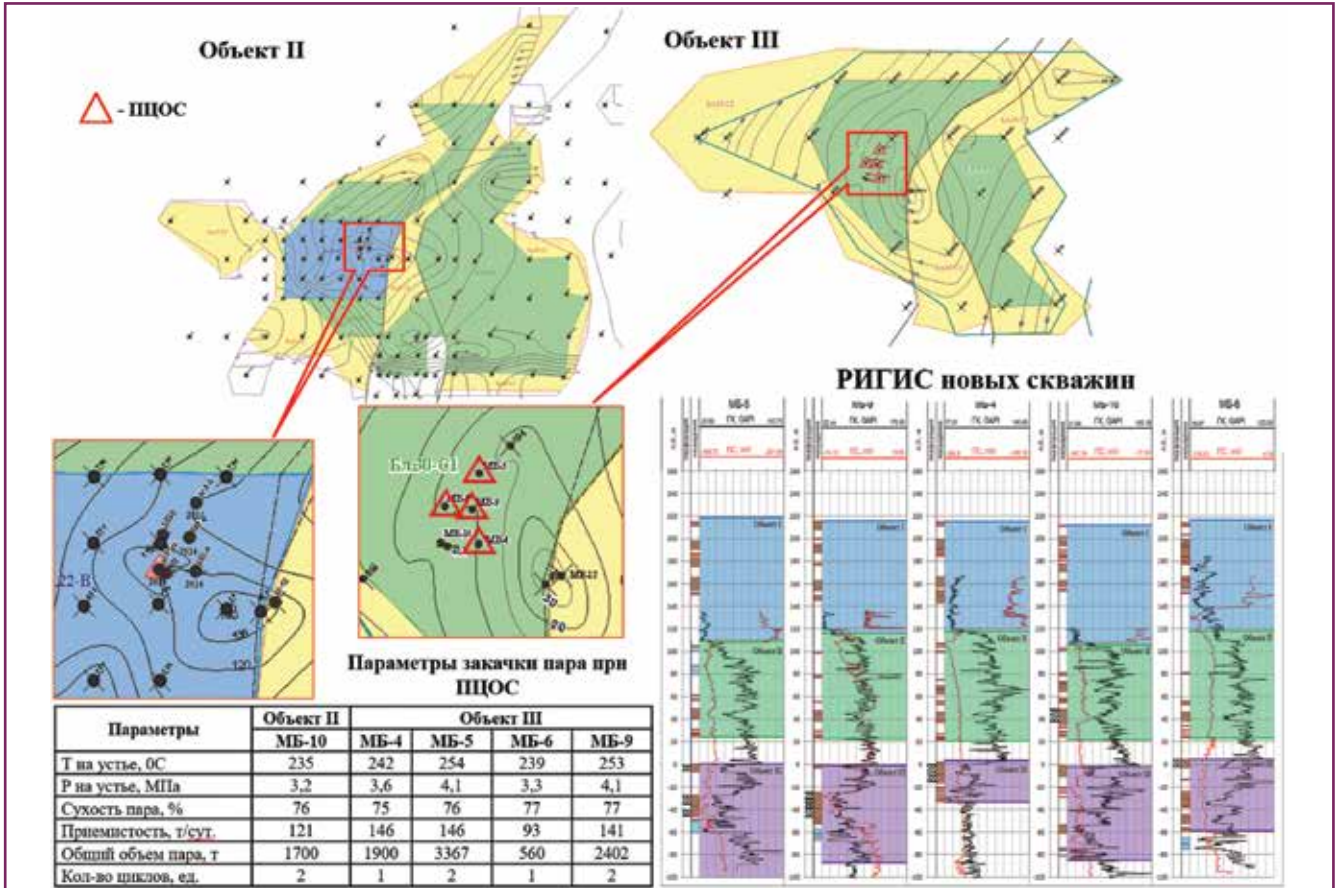


Рис.6. Эффективность применения технологии ПЦОС на нижнемеловых горизонтах месторождения «Мортук»

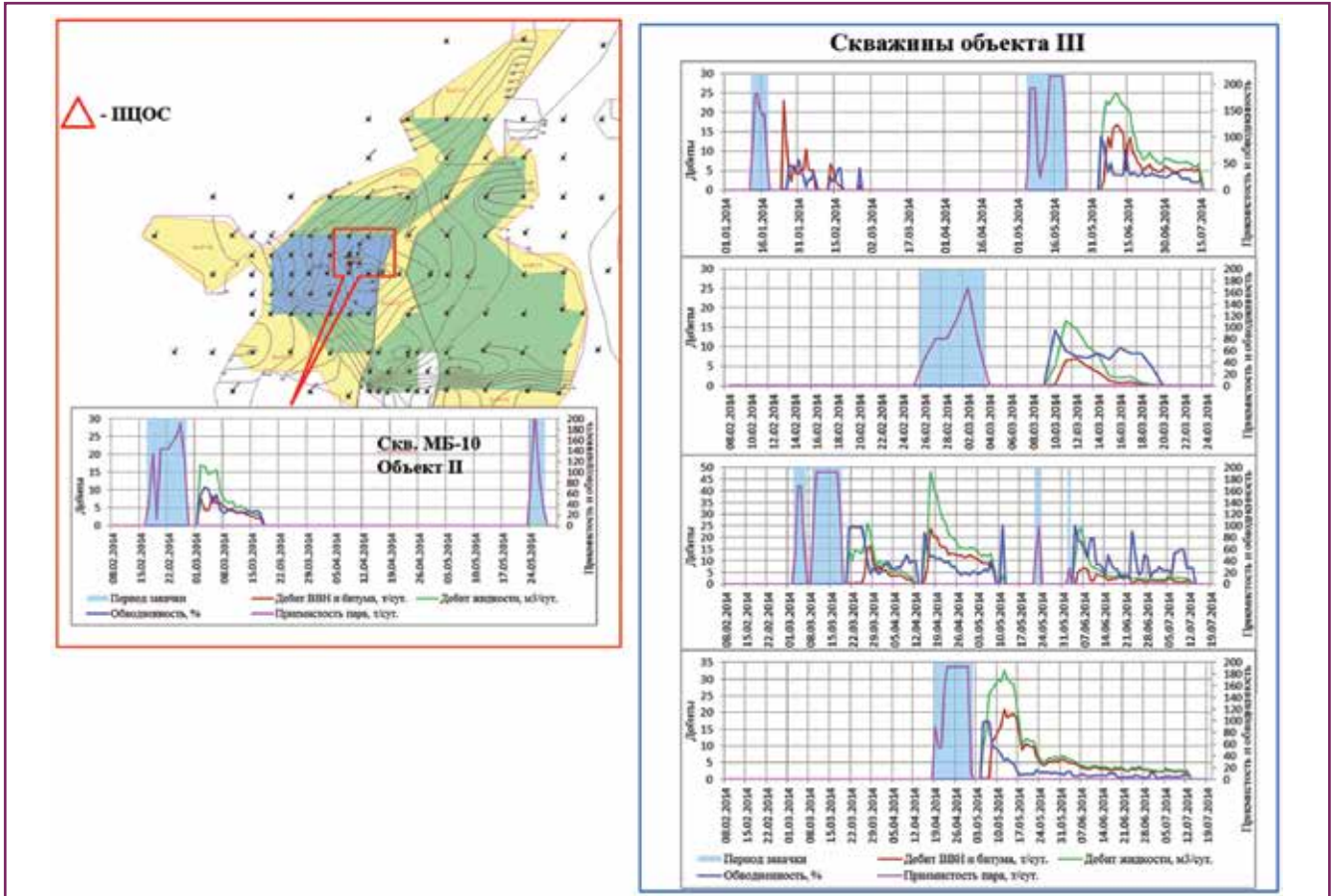


Рис.7. Результаты применения технологии ПЦОС на нижнемеловых горизонтах месторождения «Мортук»

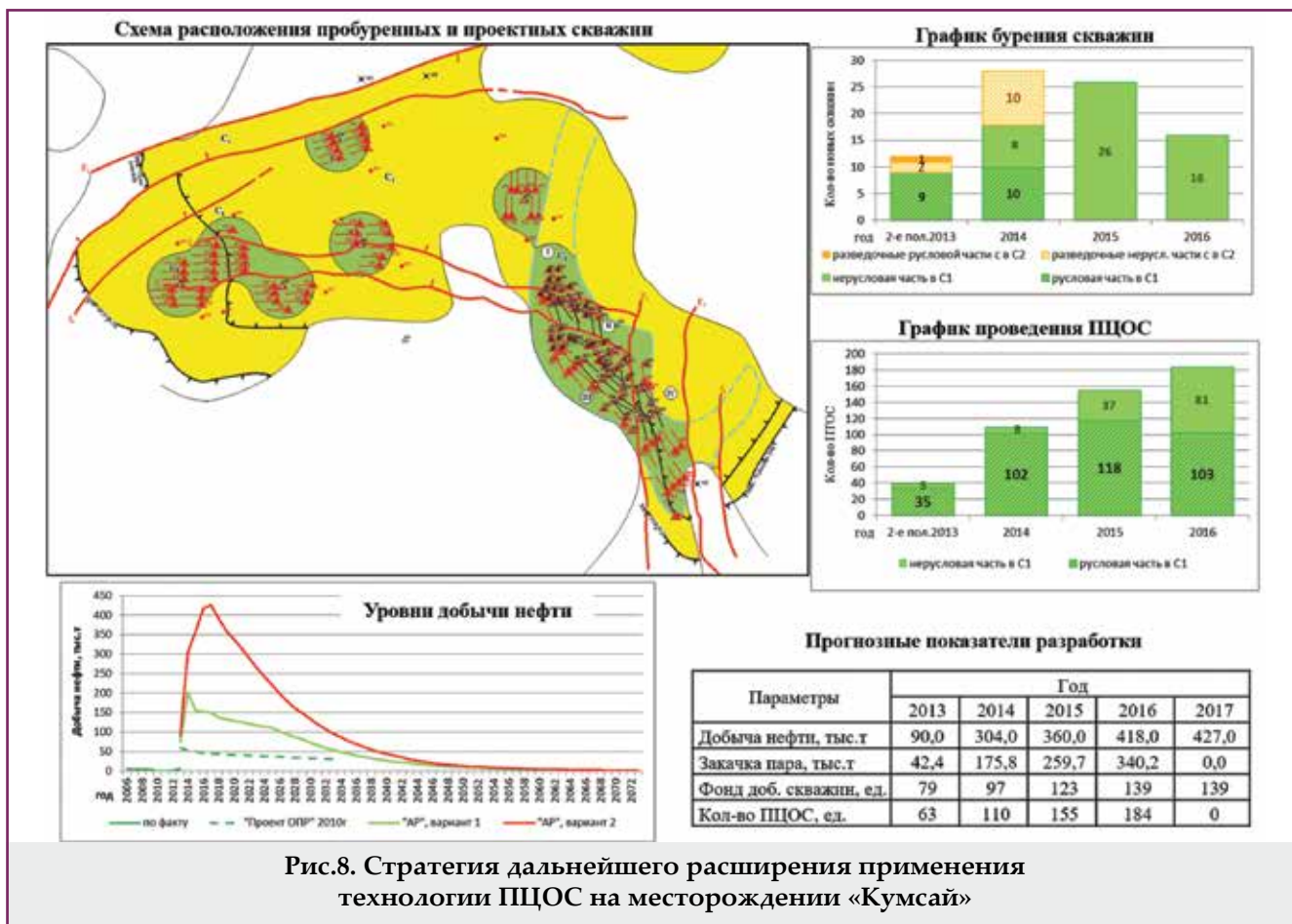


Рис.8. Стратегия дальнейшего расширения применения технологии ПЦОС на месторождении «Кумсай»

Внедрение опытно-промышленного испытания по применению ПЦОС на горизонтальных скважинах альбских продуктивных горизонтах месторождения «Карсак».

На месторождении «Кумсай» предложено бурение горизонтальных скважин в 2013-2016 гг. с проведением ПЦОС в количестве около 400 мероприятий (рис.8). Результаты расчета показывают многократное увеличение темпа отбора нефти по сравнению с фактическим. Ежегодный отбор может достичь 400 тыс.т нефти, при текущем его значении 2 тыс.т.

На продуктивных пластах битума и ВВН месторождения «Мортук» в рамках ОПР предлагается расширение участка ПЦОС и внедрение технологии постоянной закачки пара (рис.9). Также предусматривается бурение горизонтальных скважин с проведением ПЦОС.

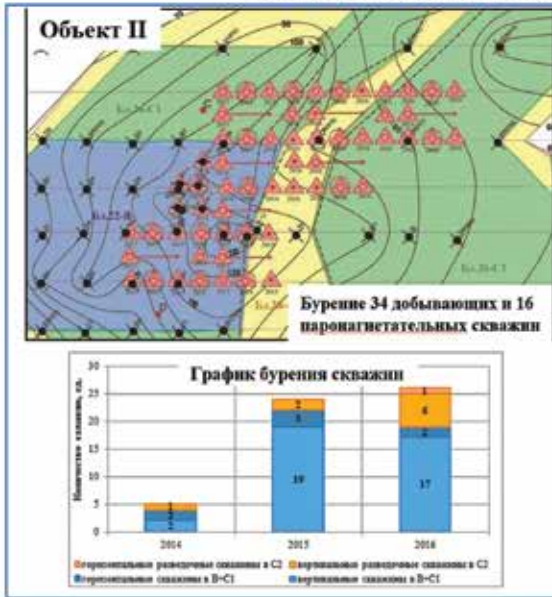
Меловые горизонты участка Молдабек Восточный месторождения «Кенбай» разрабатываются с 2001 г. В ходе анализа выполнения проектных решений установлено, что уровни добычи нефти и жидкости по меловым объектам значительно отстают от проектных, что связано в основном с высокой вязкостью нефти (около 240 сП). Очевидно, что в сложившихся условиях для эффективной разработки меловых объектов требуется применение принципиально другой технологии. В 2013 г. нашим институтом -Атырауский филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» (ранее ТОО НИИ «Каспиймунайгаз») - были начаты работы по проектному сопровождению

внедрения технологии термического воздействия на ВВН меловых горизонтов. Была создана адаптированная геолого-гидродинамическая модель горизонтов для воссоздания истории разработки с целью подбора участков ОПР (рис.10).

После выбора участков ОПР был решен вопрос организации элементов для расположения скважин (рис.11) и выбран девятиточечный обращенный элемент с постоянной закачкой пара в центральную скважину и расстоянием между скважинами 100 м по объекту М-I и 200 м по объекту М-II. По первоочередным участкам 1 и 2 будет применена технология постоянной закачки пара с комбинированием технологии ПЦОС и забойных электронагревателей. По остальным участкам будут применены технология закачки «теплой» воды с комбинированием технологии забойных электронагревателей. Предварительные результаты расчетов показывают эффективность внедрения данных технологий на участках ОПР. Достижение теплового фронта ($T = 70$ и 220 °C) до зоны отбора добывающей скважины составляет около 55-115 сут, при условии: $T = 260$ °C, сухости пара 0.8 и приемистости 100 т/сут. Результаты внедрения технологии термического воздействия послужат основанием для дальнейшего расширения технологий ПЦОС и ПТВ на участке Молдабек Восточный.

Как показали расчеты, применение термических технологий на участке Молдабек Восточный повысит КИН горизонта М-1 до 20.4%, при утвержденном КИН 35.7% (рис. 12).

Фрагменты схемы расположения пробуренных и проектных скважин

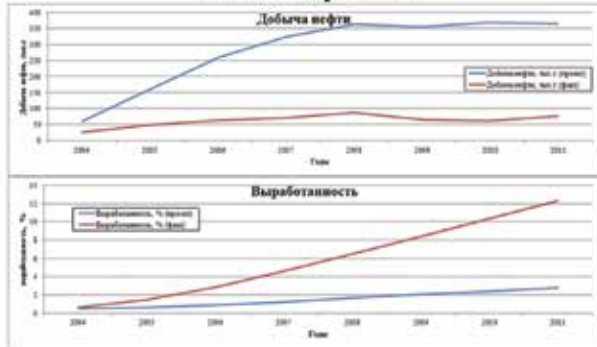


Прогнозные показатели разработки

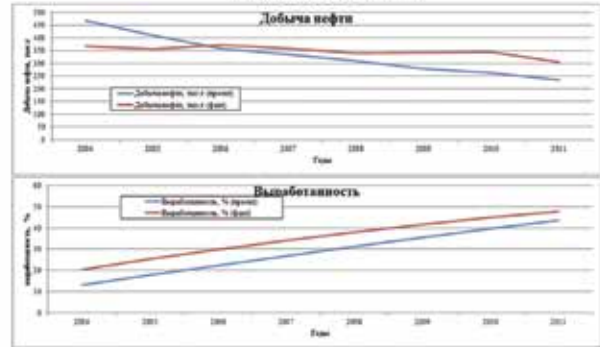
Параметры	Год				
	2013	2014	2015	2016	2017
Добыча нефти, тыс.т	8,0	51,4	87,3	86,4	60,0
Закачка пара при ПЦОС, тыс.т	19,4	59,7	101,7	107,4	90,6
Закачка пара при ПТВ, тыс.т	0,0	0,0	0,0	166,4	582,5
Фонд доб. скважин, ед.	15	41	63	59	49
Кол-во ПТОС, ед.	15	41	63	59	49

Рис.9. Стратегия дальнейшего расширения применения технологии ПЦОС на месторождении «Мортук»

Меловые горизонты



Юрские горизонты



Карта текущей плотности запасов нефти

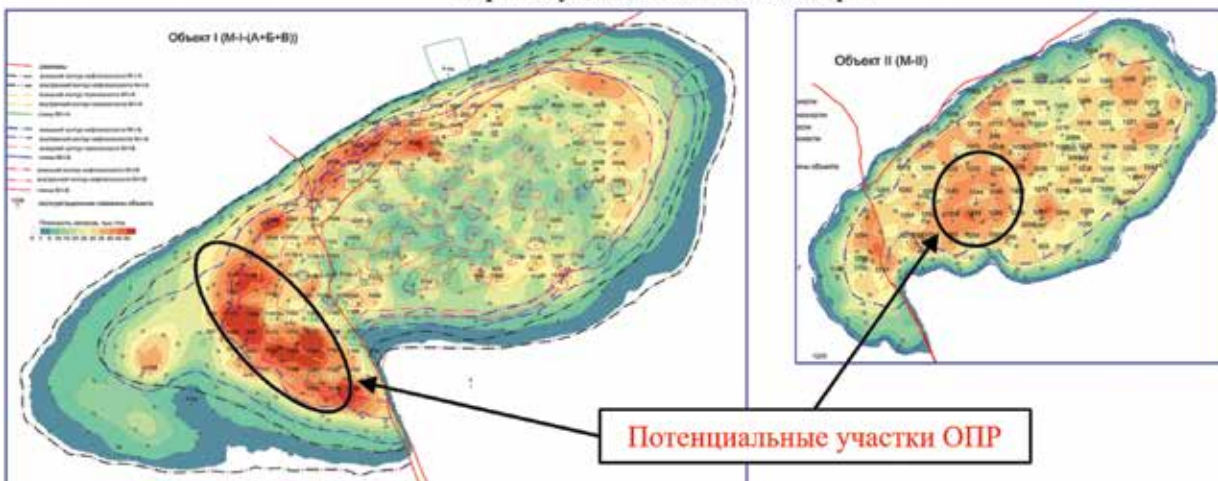


Рис.10. Проект апробации технологий ПТВ и ПЦОС на участке Молдабек Восточный месторождения «Кенбай»

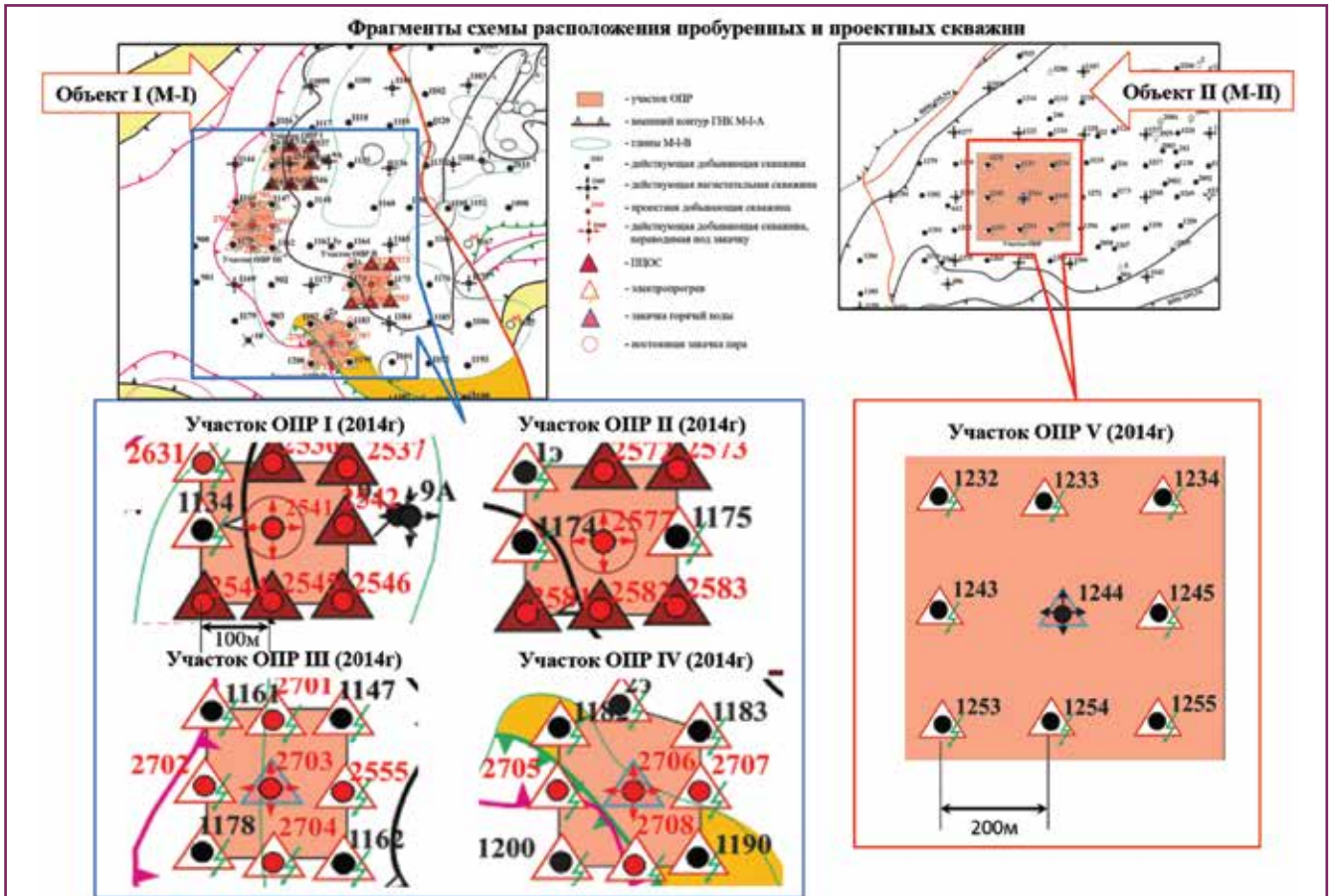


Рис.11. Схемы расположения скважин участков ОПР №№ 1-5 на участке Молдабек Восточный месторождения «Кенбай»

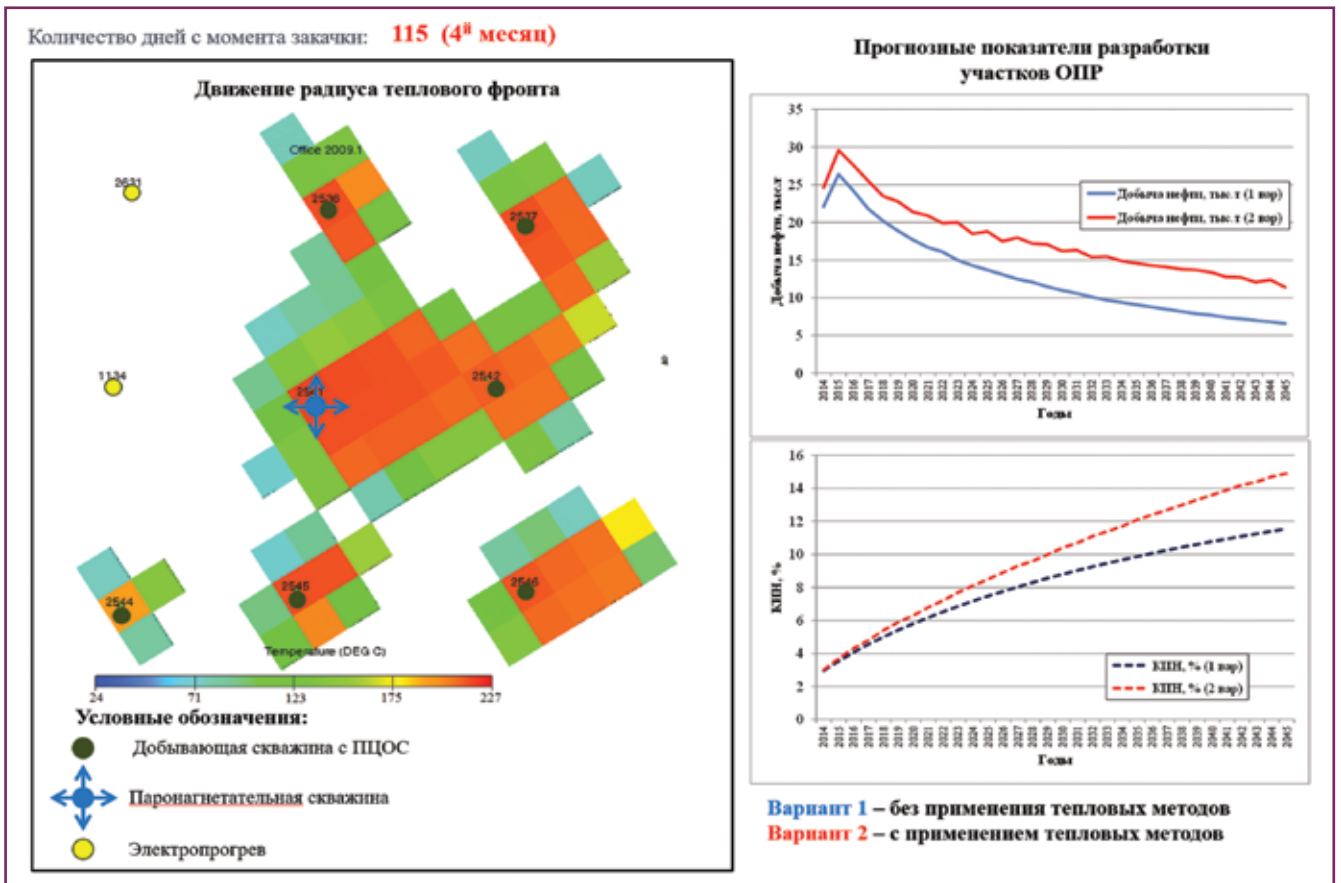


Рис.12. Динамика технико-экономических показателей и результаты расчета по участкам ОПР Молдабек Восточный месторождения «Кенбай»

Таблица 2

**Геолого-физические критерии эффективного применения
тепловых методов повышения нефтеотдачи пластов**

Параметры	По традиционным технологиям	По улучшенным технологиям
Вязкость нефти, мПа·с	более 50	более 30
Проницаемость, мД	более 50	более 30
Пористость, доли ед.	более 0.18	более 0.15
Эффективная нефтенасыщенная толщина, м	нет ограничения	нет ограничения
Глубина залегания, м	менее 1000	менее 1500
Предельная степень выработки начальных извлекаемых запасов, доли ед.	0.5	0.5
Тип коллектора	терригенный	терригенный
Текущие запасы, млн.т	нет ограничения	нет ограничения

Реализация проекта апробации термических технологий на опытных участках месторождения «Кенбай» (на участке Молдабек Восточный) поможет получить результаты испытания технологий и выполнить Пересчет геологических и извлекаемых запасов нефти месторождения «Кенбай» в целом (участки Молдабек Восточный и Котыртас Северный).

Анализ выполненных работ выделил критерии, в пределах которых эффективно применение тепловых методов повышения нефтеотдачи пластов (табл.2).

Результаты применения термических технологий на месторождениях «Кумсай» и «Мортук»

показывают высокую технологическую эффективность в условиях ВВН продуктивных горизонтов.

Нашим институтом после получения первых результатов по участкам ОПР месторождения «Кенбай» рассматривается изучение и внедрение тепловых методов воздействия на пласт в ближайшей перспективе на таких месторождениях с запасами ВВН как: альбсеноманские горизонты месторождения «Карсак», верхне- и среднеальбские горизонты месторождения Юго-Западное Камышитовое и сантоновский горизонт месторождения Терень-Узюк, общие геологические запасы по которым составляют более 20 млн.т.

Литература

1. Бабашева, М. Н., Нурбаев, С. Т., Мурзагалиева, Ж. С. (2012). Уточненный проект разработки надсолевых залежей месторождения Кенкиак. Том 1. *Атырау: ТОО НИИ «Каспиймунайгаз».*
2. Бабашева, М. Н., Нурбаев, С. Т., Рамазан, А. У. (2013). «Анализ разработки месторождения Кумсай». *Атырау: ТОО НИИ «Каспиймунайгаз».*
3. Бабашева, М. Н., Каирбеков, С. Б., Рамазан, А. У. (2014). Анализ разработки опытных участков месторождения природных битумов Мортук. *Атырау: ТОО НИИ «Каспиймунайгаз».*
4. Бабашева, М. Н., Каирбеков, С. Б., Коштаева, Ш. К. (2013). Проект опытно-промышленных работ по испытанию технологий термического воздействия на залежи высоковязкой нефти меловых горизонтов участка Молдабек Восточный месторождения Кенбай». *Атырау: ТОО НИИ «Каспиймунайгаз».*

References

1. Babasheva, M. N., Nurbaev, S. T., Murzagalieva, Zh. S. (2012). Utochnennyj projekt razrabotki nadsoleyevykh zalezhej mestorozhdeniya Kenkiyak. Tom 1. *Atyrau: TOO NII «Kaspijmunajgaz».*
2. Babasheva, M. N., Nurbaev, S. T., Ramazan, A. U. (2013). «Analiz razrabotki mestorozhdeniya Kumsaj». *Atyrau: TOO NII «Kaspijmunajgaz».*
3. Babasheva, M. N., Kairbekov, S. B., Ramazan, A. U. (2014). Analiz razrabotki opytnyh uchastkov mestorozhdeniya prirodnyh bitumov Mortuk. *Atyrau: TOO NII «Kaspijmunajgaz».*
4. Babasheva, M. N., Kairbekov, S. B., Koshtaeva, Sh. K. (2013). Proekt opytno-promyshlennyh работ po ispytaniyu tekhnologij termicheskogo vozdejstviya na zalezhi vysokovyazkoj nefti melovyh gorizontov uchastka Moldabek Vostochnyj mestorozhdeniya Kenbaj». *Atyrau: TOO NII «Kaspijmunajgaz».*

Применение тепловых методов в Республике Казахстан. Действующие проекты и перспективы

Б.М.Мухтанов

Атырауский филиал ТОО «КМГ Инжиниринг», Атырау, Казахстан

Реферат

В настоящей статье представлены результаты оценки и перспективности применения технологии освоения трудно-извлекаемых запасов высоковязкой нефти путем термического воздействия на основе анализа разработки месторождений «Кенкияк», «Кумсай» и «Мортук». Данные исследования будут основой для применения технологии извлечения высоковязкой нефти на Эмбинских месторождениях Казахстана, что способствует повышению ресурсной базы в целом.

Ключевые слова: пласт; высоковязкая нефть; тепловые методы; повышение нефтеотдачи; интенсификация добычи нефти.

Qazaxıstan respublikasında istilik üsullarının tətbiqi. Mövcud layihələr və perspektivlər

B.M.Muxtanov

«KMG İnjiniring» MMC-nin Atırau şəhərində filialı, Atırau, Qazaxıstan

Xülasə

Məqalədə Kenkiyak, Kumsay və Mortuk yataqlarında aparılan işləmələrin təhlili əsasında çətin çıxarılan yüksək özlülüklü neftin termiki təsir yolu ilə mənimsənilməsi texnologiyasının tətbiqinin qiymətləndirilməsinin nəticələri və perspektivliyi təqdim edilmişdir. Bu tədqiqatlar yüksək özlülüklü neftin çıxarılması texnologiyasının Qazaxıstanın Embiya yataqlarında tətbiq edilməsinə əsas verir ki, bu da bütövlükdə resurs bazasının yüksəlməsinə imkan yaradacaqdır.

Açar sözlər: lay; yüksək özlülüklü neft; termiki üsullar; neft veriminin artırılması; neft hasilatının intensivləşdirilməsi.