SOCAR Proceedings

Reservoir and Petroleum Engineering

journal home page: <http://proceedings.socar.az>

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.А. Грищенко, И.Н. Асылгареев, Р.Н. Бахтизин,
В.В. Мухаметшин*, Р.Ф. Якупов

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Methodological Approach to The Resource Base Efficiency Monitoring in Oil Fields Development

V.A. Grishchenko, I.N. Asylgareev, R.N. Bakhtizin, V.V. Mukhametshin*, R.F. Yakupov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Abstract

The article discusses the issue of resource base management in a complex structure of residual reserves. To increase the efficiency of the reserves development, constant monitoring of their distribution is necessary - how much they are involved, is there any potential for additional involvement, how efficient are the areas already involved in development. The paper proposes a methodological approach to the residual reserves control process organization, which allows planning and adjusting the program of reserves development. This is of particular relevance for companies that develop assets in the late stages of development, which do not have the ability to indiscriminate drilling. On the example of one of the enterprises developing assets in the Volga-Ural oil and gas province, the structuring of residual reserves was carried out, on the basis of which a strategy for increasing the reserves involvement in development was formed. To analyze the efficiency of reserves recovery in the involved areas, a reserve utilization factor based on the displacement forecast is proposed. Its implementation made it possible to identify problem areas, on the example of one of which a highly effective program for drilling horizontal wells was subsequently implemented.

Keywords:

Oil fields development;
Oil reserves;
Resource management;
Reserves development;
Horizontal wells.

© 2021 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Мониторинг и управление структурой остаточных запасов является одним из одной из ключевых задач нефтедобывающих компаний [1–8]. Особую актуальность он приобретает в условиях истощения активов, когда необходимо очень тщательно подходить к поиску участков для поддержания уровня добычи [9–14]. На территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции зачастую структура запасов нефти представляет собой большое количество залежей, сосредоточенных в различных продуктивных пластах. Залежи обладают большим диапазоном размеров и объемов нефтенасыщенных пород, поэтому мониторинг запасов в разрезе утвержденных запасов по залежам не позволяет охватить всю проблематику выработки запасов и выявить весь потенциал по интенсификации выработки [15–22]. Поэтому управление ресурсной базой необходимо вести в разрезе участков, которые

могут охватывать как залежь целиком, так и её отдельные части. Само выделение участков должно проводиться либо экспертом, знающим особенности условий разработки в данных геологических условиях, либо с использованием программных комплексов, но с обязательной проверкой результатов экспертом. Данный подход позволяет вести непрерывный контроль выработки запасов, находить проблемные участки и формировать комплекс мероприятий для повышения эффективности их разработки [23–32].

Рассмотрим в качестве примера управление ресурсной базой одного из предприятий, разрабатывающих месторождения на территории Урало-Поволжья. На первом этапе все залежи и участки делятся на три группы:

- 1 – вовлечённые в разработку;
- 2 – не вовлечённые, вскрытые транзитным фондом;
- 3 – не вовлечённые, требующие бурения.

На рисунке 1 представлен пример деления участка на группы.

На рассматриваемом участке выделены три

*E-mail: denisova.anrb@mail.ru

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP2021SI200604>

области со сформированной системой разработки, один не разрабатываемый с наличием возвратного фонда и один, требующий бурения для вовлечения в разработку. Подсчитав запасы по указанным областям объёмным методом с учётом утверждённого значения коэффициента извлечения нефти [33], можно вычислить коэф-

фициент вовлечённости запасов по следующей формуле:

$$K_{\text{вовл}} = \text{ОИЗ}_{\text{вовл}} / \text{ОИЗ}_{\text{общ}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $K_{\text{вовл}}$ – коэффициент вовлечённости запасов, %; $\text{ОИЗ}_{\text{вовл}}$ – сумма остаточных извлекаемых запасов по областям, вовлечённым в разработку, млн т; $\text{ОИЗ}_{\text{общ}}$ – общая величина извлекаемых запасов по рассматриваемому участку, млн т.

Проанализировав таким образом все месторождения, их ресурсную базу можно представить в следующем виде.

Исходя из распределения месторождений на рисунке 2 выделено три группы по степени вовлечённости:

- группа 1 – слабововлечённые ($K_{\text{вовл}} < 50\%$);
- группа 2 – средневовлечённые ($50\% < K_{\text{вовл}} < 75\%$);
- группа 3 – вовлечённые ($K_{\text{вовл}} > 75\%$).

Обобщив статистику, показанную на рисунке 2, результаты по оценке вовлечённости можно представить в виде таблицы.

Таким образом, на рассматриваемом предприятии, разрабатывающим 28 месторождений, общая вовлечённость запасов – средняя и составляет 62 %. В наиболее проблемную группу 1, где вовлечённость всего 39 %, величина невовлечённых

Рис.1. Пример деления участка на группы по вовлечённости

Рис.2. Распределение месторождений по вовлечённости запасов в разработку

Статистика по вовлечённости запасов месторождений в разработку				Таблица
Номер группы	$\text{ОИЗ}_{\text{общ}}$ млн т	$\text{ОИЗ}_{\text{невовл}}$ млн т	$K_{\text{вовл}}$ %	Количество месторождений, ед.
Группа 1	12.7	7.7	39%	10
Группа 2	54.9	18.7	66%	14
Группа 3	1.2	0.1	90%	4
Итого	68.8	26.5	62%	28

остаточных запасов значительна – 7,7 млн т. В группе 2, несмотря на коэффициент вовлечённости 66 %, абсолютная величина невовлечённых запасов максимальна и составляет 18,8 млн т. Общий потенциал по вовлечению запасов составляет 26,5 млн т. Итоговое графическое отображение потенциала ресурсной базы представлено на рисунке 3.

Как видно на рисунке 3, не вовлечённые запасы, требующие бурения, дополнительно разбиты на группы по достоверности построения текущей геологической модели участка. Также проводится анализ запасов категории В2 для планирования мероприятий по геолого-разведочным работам с целью доизучения запасов.

Исходя из проведённого анализа, можно планировать мероприятия по повышению вовлечённости запасов в разработку либо их доизучению. Далее возникает вопрос – насколько эффективно вырабатываются запасы на участках, вовлечённых в разработку? Для ответа на этот вопрос, необходимо выполнить оценку возможности выработки запасов при существующей системе разработки. В данном случае для этого были использованы характеристики вытеснения [34], позволяющие выполнить прогноз извлекаемых запасов. Для оценки эффективности выработка запасов введён коэффициент использования запасов, рассчитываемый по следующей формуле:

$$K_{исп} = ОИЗ_{прогн} / ОИЗ_{факт} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент эффективности использования вовлечённых запасов, %; $ОИЗ_{прогн}$ – остаточные извлекаемые запасы, которые согласно прогнозу будут выработаны при существующей системе разработки, млн т.

Разница между вовлечёнными и прогнозными остаточными запасами представляет из себя невырабатываемые запасы, для выработки которых необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия. Рассчитав указанный коэффициент для всех ранее выделенных участков, можно теперь представить структуру вовлечённых запасов в следующем виде.

На рисунке 4 представлено распределение

месторождений по эффективности разработки вовлечённых запасов, отгнжированных по абсолютной величине невырабатываемых ОИЗ. На первые пять месторождений приходится семь миллионов тонн запасов, которые вовлечены по площадному признаку, однако согласно прогнозу не будут извлечены из недр. При этом месторождения № 21 и 14 обладают высоким коэффициентом использования, что указывает на то, что они обладают большой величиной вовлечённых запасов (крупные залежи или участки) и недостижение возможно связано с погрешностью прогнозов по характеристикам вытеснения. А вот оставшиеся месторождения из ТОП-5 обладают низким коэффициентом использования, что указывает на наличие факторов, осложняющих разработку. Эти месторождения являются первыми для дальнейшего более детального анализа разработки. Для примера дальнейшего анализа рассмотрим месторождение № 23, находящееся на первом месте среди проблемных по использованию запасов.

Анализ коэффициента использования по участкам данного месторождения показал, что основные невырабатываемые запасы приурочены к отложениям терригенной толщи девона (ТТД). Основная залежь объекта разбурена по треугольной сетке наклонно-направленных скважин, с расстоянием между скважинами по 400 м. Карта текущих отборов по состоянию на момент первичного анализа представлена на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, все основные запасы залежи охвачены разработкой, при этом обводнёность по добывающим скважинам более 90 %. На рисунке 6 представлен прогноз извлекаемых запасов по характеристике вытеснения (метод французского института) и оценка величины невырабатываемых остаточных запасов. Согласно прогнозу, при вовлечённых ОИЗ в 891 тыс. т вырабатываются только 28 тыс. т, т.е. коэффициент использования составляет всего около 3 %. Низкая эффективность разработки на данной залежи связана с геологическим фактором – залежь представляет из

Рис.3. Графическое отображение состояния ресурсной базы

себя обширную водонефтяную зону с активным аквифером. Схематичный геологический профиль представлен на рисунке 7.

При вводе скважин в эксплуатацию, происходит быстрое подтягивание конуса воды и стремительное обводнение продукции. Разработка в таких условиях не позволяет обеспечить экономически обоснованную выработку запасов. Для повышения эффективности выработки запасов по данной залежи было предложено уплотнение сетки скважин за счёт бурения горизонтальных скважин с проводкой по кровле коллектора. На других месторождениях со схожими условиями бурение горизонтальных скважин показывало высокую эффективность [35–41]. Горизонтальные стволы позволяют повысить охват выработкой по площади, при этом снижая активность подтягивания контура за счёт распределения перепада давления вдоль ствола. Дополнительно была создана секторная геолого-гидродинамическая модель, подтверждающая большую величину остаточных запасов. Расположение горизонтальных скважин было выполнено с использованием созданной модели.

В результате было пробурено семь уплотняющих горизонтальных скважин со средним стартовым дебитом нефти 148 т/сут, при среднем текущем дебите по наклонно-направленным – 3.7 т/сут. Годовая добыча по участку выросла более чем в 10 раз, что подтвердило правильность выработочной стратегии. На рисунке 8 представлено изменение характера выработки запасов после бурения горизонтальных скважин.

После дополнительного разбуривания залежи горизонтальными стволами существенно повысилась эффективность выработки запасов. Согласно прогнозу, при новой системе разработки вовлечённые запасы извлекаются в полном объёме.

Таким образом, реализовав описанный методический подход по оценке управлению ресурсной базой, на предприятии была сформирована программа по повышению вовлечённости запасов в разработку, а также выявлены проблемные участки, на которых была запланирована и реализована комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности выработки вовлечённых участков.

Рис.4. Распределение месторождений по величине невырабатываемых запасов

Рис.5. Карта текущих отборов на момент первичного анализа

Рис.6. Прогноз извлекаемых запасов по залежи при существующих условиях

Выводы

1. Рассмотрен вопрос управления ресурсной базой в условиях сложной структуры остаточных запасов
2. Сформирован методический подход к мониторингу вовлечённости запасов в разработку для планирования мероприятий по их освоению
3. В результате ранжирования по вовлечённости по рассматриваемому предприятию выполнено структурирование остаточных запасов, на основе которого в дальнейшем была составлена программа адресных мероприятий
4. С целью контроля эффективности выработки запасов на вовлечённых участках предложен коэффициент использования запасов, основанный на прогнозе запасов по различным методикам (в рассматриваемой работе – по характеристикам вытеснения)
5. Сопоставление величины остаточных запасов с коэффициентом использования позволило выделить наиболее проблемные участки с низкой эффективностью существующей системы разработки
6. На примере одного из участков рассмотрен один из подходов к дальнейшему анализу, на основе которого была сформирована и реализована программа дополнительного бурения горизонтальных скважин. Фактические результаты бурения подтвердили правильность выбранной стратегии дальнейшей разработки.

Литература

1. Муслимов, Р. Х. (2005). Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности. Казань: ФЭН.
2. Рогачев, М. К., Мухаметшин, В. В., Кулешова, Л. С. (2019). Повышение эффективности использования ресурсной базы жидких углеводородов в юрских отложениях Западной Сибири. *Записки Горного института*, 240, 711-715.
3. Хакимзянов, И. Н., Мухаметшин, В. Ш., Бахтизин, Р. Н. и др. (2021). Обоснование необходимости учета интерференции между скважинами при разряжении сетки скважин на пашийском горизонте Бавлинского месторождения. *SOCAR Proceedings*, SI1, 77-87.
4. Велиев, Э. Ф. (2020). Обзор современных методов увеличения нефтеотдачи пласта с применением потокоотклоняющих технологий. *SOCAR Proceedings*, 2, 50-66.
5. Хатмуллин, И. Ф., Хатмуллина, Е. И., Хамитов, А. Т. и др. (2015). Идентификация слабо вырабатанных зон на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами. *Нефтяное хозяйство*, 1, 74-79.
6. Мухаметшин, В. В. (2020). Повышение эффективности управления объектами добычи нефти с использованием метода аналогий. *SOCAR Proceedings*, 4, 42-50.
7. Андреев, А. В., Мухаметшин, В. Ш., Котенёв, Ю. А. (2016). Прогнозирование продуктивности залежей в карбонатных коллекторах с трудноизвлекаемыми запасами. *SOCAR Proceedings*, 3, 40-45.
8. Аббасов, А. А., Аббасов, Э. М., Исмаилов, Ш. З., Сулейманов, А. А. (2021). Оценка эффективности процесса заводнения нефтяных пластов на основе емкостно-резистивной модели с нелинейным коэффициентом продуктивности. *SOCAR Proceedings*, 3, 45-53.
9. Якупов, Р. Ф., Хакимзянов, И. Н., Мухаметшин, В. В., Кулешова, Л. С. (2021). Использование гидродинамической модели при создании обратного конуса нефти в условиях водонефтяных зон. *SOCAR Proceedings*, 2, 54-61.
10. Зейгман, Ю. В., Мухаметшин, В. Ш., Хафизов, А. Р., Харина, С. Б. (2016). Перспективы применения многофункциональных жидкостей глушения скважин в карбонатных пластах. *SOCAR*

Proceedings, 3, 33–39.

11. Велиев, Э. Ф., Алиев, А. А., Маммедбейли, Т. Е. (2021). Применение машинного обучения для прогнозирования эффективности внедрения технологий борьбы с конусообразованием. *SOCAR Proceedings*, 1, 104-113.

12. Alvarado, V., Reich, E.-M., Yunfeng, Yi, Potsch, K. (2006, June). Integration of a risk management tool and an analytical simulator for assisted decision-making in IOR. SPE-100217-MS. In: *SPE Europe/EAGE Annual Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*.

13. Ахметов, Р. Т., Маляренко, А. М., Кулешова, Л. С. и др. (2021). Количественная оценка гидравлической извилистости коллекторов нефти и газа Западной Сибири на основе капилляриметрических исследований. *SOCAR Proceedings*, 2, 77-84.

14. Хайредин, Н. Ш., Попов, А. М., Мухаметшин, В. Ш. (1992). Повышение эффективности заводнения низкопродуктивных залежей нефти в карбонатных коллекторах. *Нефтяное хозяйство*, 9, 18–20.

15. Муслимов, Р. Х. (2009). Особенности разведки и разработки нефтяных месторождений в условиях рыночной экономики. *Казань: ФЭН*.

16. Мухаметшин, В. В., Кулешова, Л. С. (2019). Обоснование систем заводнения низкопродуктивных залежей нефти в условиях ограниченного объема информации. *SOCAR Proceedings*, 2, 16–22.

17. Минниханов, Р. Н., Маганов, Н. У., Хисамов, Р. С. (2016). О создании научных полигонов по изучению трудноизвлекаемых запасов нефти в Татарстане. *Нефтяное хозяйство*, 8, 60-63.

18. Мухаметшин, В. Ш., Хакимзянов, И. Н., Бахтизин, Р. Н., Кулешова, Л. С. (2021). Дифференциация и группирование сложнопостроенных залежей нефти в карбонатных коллекторах в решении задач управления разработкой. *SOCAR Proceedings*, SI1, 88-97.

19. Муслимов, Р. Х. (2008). Методы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии. *Нефтяное хозяйство*, 3, 30-35.

20. Рогачев, М. К., Мухаметшин, В. В. (2018). Контроль и регулирование процесса солянокислотного воздействия на призабойную зону скважин по геолого-промысловым данным. *Записки Горного института*, 231, 275-280.

21. Костригин, И. В., Хатмуллин, И. Ф., Хатмуллина, Е. И. и др. (2009). Экспресс-метод оценки энергетического и ресурсного потенциала нефтяных залежей в процессе заводнения. *Нефтяное хозяйство*, 11, 39-41.

22. Yakupov, R. F., Mukhametshin, V. Sh., Tyncherov, K. T. (2018). Filtration model of oil coning in a bottom water-drive reservoir. *Periodico Tche Quimica*, 15(30), 725-733.

23. Велиев, Э. Ф. (2021). Полимерно-дисперсная система для изменения фильтрационных потоков в пласте. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 1(78), 61–72.

24. Хузин, Р. Р., Бахтизин, Р. Н., Андреев, В. Е. и др. (2021). Интенсификация добычи нефти методом гидравлического сжатия пласта. *SOCAR Proceedings*, SI1, 98-108.

25. Sun, S. Q., Wan, J. C. (2002). Geological analogs usage rates high in global survey. *Oil & Gas Journal*, 100(46), 49-50.

26. Рабаев, Р. У., Чибисов, А. В., Котенев, А. Ю. и др. (2021). Математическое моделирование растворения карбонатных коллекторов и прогнозирование эффективности регулируемой солянокислотного воздействия. *SOCAR Proceedings*, 2, 40-46.

27. Антонец, Ю. С., Ефимов, А. В. (2013). Интегрированный подход к управлению инвестиционным портфелем в нефтегазодобывающих компаниях. *Нефтяное хозяйство*, 12, 83-85.

28. Мухаметшин, В. В., Кулешова, Л. С. (2020). О снижении уровня неопределенности при управлении заводнением залежей с трудноизвлекаемыми запасами. *Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов*, 331, 5, 140–146.

29. Shen, R., Lei, X., Guo, H.K., et al. (2017). The influence of pore structure on water flow in rocks from the Beibu Gulf oil field in China. *SOCAR Proceedings*, 3, 32-38.

30. Сергеев, В. В., Шарапов, Р. Р., Кудымов, А. Ю. и др. (2020). Экспериментальное исследование влияния коллоидных систем с наночастицами на фильтрационные характеристики трещин гидравлического разрыва пласта. *Нанотехнологии в строительстве*, 12(2), 100–107.

31. Rzaeva, S. J. (2019). New microbiological method of oil recovery increase containing highly mineralized water. *SOCAR Proceedings*, 2, 38-44.

32. Mardashov, D. V., Rogachev, M. K., Zeigman, Yu. V., Mukhametshin, V. V. (2021). Well killing technology before workover operation in complicated conditions. *Energies*, 14(3), 654, 1-15.

33. Борисенко, З. Г., Сосон, М. Н. (1973). Подсчет запасов нефти объемным методом. *Москва: Недра*.

34. Савельев, В. А., Токарев, М. А., Чинаров, А. С. (2008). Геолого-промысловые методы прогноза нефтеотдачи. *Ижевск: Удмуртский университет*.

35. Якупов, Р. Ф., Мухаметшин, В. Ш., Хакимзянов, И. Н., Трофимов, В. Е. (2019). Оптимизация выработки запасов из водонефтяных зон горизонта D3ps Шкаповского нефтяного месторождения с помощью горизонтальных скважин. *Георесурсы*, 21, 3, 55-61.

36. Минниханов, Р. Н., Маганов, Н. У., Хисамов, Р. С. (2016). О создании научных полигонов по изучению трудноизвлекаемых запасов нефти в Татарстане. *Нефтяное хозяйство*, 8, 60-63.
37. Кулешова, Л. С., Фаттахов, И. Г., Султанов, Ш. Х. и др. (2021). Опыт проведения многозонного кислотного ГРП на месторождении ПАО «Татнефть». *SOCAR Proceedings*, SI1, 68-76.
38. Хакимзянов, И. Н., Мухаметшин, В. Ш., Бахтизин, Р. Н., Шешдиров, Р. И. (2021). Определение объемного коэффициента сетки скважин для оценки конечного коэффициента нефтеизвлечения при разработке залежей нефти горизонтальными скважинами. *SOCAR Proceedings*, 2, 47-53.
39. Велиев, Э. Ф. (2020). О механизмах удерживания полимера пористой средой. *SOCAR Proceedings*, 3, 126-134.
40. Кривова, Н. Р., Решетникова, Д. С., Федорова, К. В., Колесник, С. В. (2015). Повышение эффективности разработки низкопроницаемых коллекторов месторождений Западной Сибири системой горизонтальных скважин. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*, 5, 52-57.
41. Мухаметшин, В. В. (2018). Обоснование трендов повышения степени выработки запасов нефти нижнемеловых отложений Западной Сибири на основе идентификации объектов. *Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов*, 329(5), 117-124.

References

1. Muslimov, R. Kh. (2005). Modern methods of oil recovery increasing: design, optimization and performance evaluation. *Kazan: FEN Publ.*
2. Rogachev, M. K., Mukhametshin, V. V., Kuleshova, L.S. (2019). Improving the efficiency of using resource base of liquid hydrocarbons in Jurassic deposits of Western Siberia. *Journal of Mining Institute*, 240, 711-715.
3. Khakimzyanov, I. N., Mukhametshin, V. Sh., Bakhtizin, R. N., et al. (2021). Justification of necessity to consider well interference in the process of well pattern widening in the Bavlinskoye oil field pashiyen formation. *SOCAR Proceedings*, SI1, 77-87.
4. Veliyev, E. F. (2020). Review of modern in-situ fluid diversion technologies. *SOCAR Proceedings*, 2, 50-66.
5. Khatmullin, I. F., Khatmullina, E. I., Khamitov, A. T., et al. (2015). Identification of zones with poor displacement in fields with hard-to-recover reserves. *Oil Industry*, 1, 74-79.
6. Mukhametshin, V. V. (2020). Oil production facilities management improving using the analogy method. *SOCAR Proceedings*, 4, 42-50.
7. Andreev, A. V., Mukhametshin, V. Sh., Kotenev, Yu. A. (2016). Deposit productivity forecast in carbonate reservoirs with hard to recover reserves. *SOCAR Proceedings*, 3, 40-45.
8. Abbasov, A. A., Abbasov, E. M., Ismayilov, Sh. Z., Suleymanov, A. A. (2021). Waterflooding efficiency estimation using capacitance-resistance model with non-linear productivity index. *SOCAR Proceedings*, 3, 45-53.
9. Yakupov, R. F., Khakimzyanov, I. N., Mukhametshin, V. V., Kuleshova, L.S. (2021). Hydrodynamic model application to create a reverse oil cone in water-oil zones. *SOCAR Proceedings*, 2, 54-61.
10. Zeigman, Yu. V., Mukhametshin, V. Sh., Khafizov, A. R., Kharina, S. B. (2016). Prospects of application of multi-functional well killing fluids in carbonate reservoirs. *SOCAR Proceedings*, 3, 33-39.
11. Veliyev, E. F., Aliyev, A. A., Mammadbayli, T. E. (2021). Machine learning application to predict the efficiency of water coning prevention techniques implementation. *SOCAR Proceedings*, 1, 104-113.
12. Alvarado, V., Reich, E.-M., Yunfeng, Yi, Potsch, K. (2006, June). Integration of a risk management tool and an analytical simulator for assisted decision-making in IOR. SPE-100217-MS. In: *SPE Europec/EAGE Annual Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*.
13. Akhmetov, R. T., Malyarenko, A. M., Kuleshova, L. S., et al. (2021). Quantitative assessment of hydraulic tortuosity of oil and gas reservoirs in Western Siberia based on capillarimetric studies. *SOCAR Proceedings*, 2, 77-84.
14. Khayredinov, N. Sh., Popov, A. M., Mukhametshin, V. Sh. (1992). Increasing the flooding efficiency of poor-producing oil deposits in carbonate collectors. *Oil industry*, 9, 18-20.
15. Muslimov, R. Kh. (2009). Features of exploration and development of oil fields in a market economy. *Kazan: FEN*.
16. Mukhametshin, V. V., Kuleshova, L. S. (2019). Justification of low-productive oil deposits flooding systems in the conditions of limited information amount. *SOCAR Proceedings*, 2, 16-22.
17. Minnikhanov, R. N., Maganov, N. U., Khisamov, R. S. (2016). On creation of research and testing facilities to promote study of nonconventional oil reserves in Tatarstan. *Oil Industry*, 8, 60-63.
18. Mukhametshin, V. Sh., Khakimzyanov, I. N., Bakhtizin, R. N., Kuleshova, L. S. (2021). Differentiation and grouping of complex-structured oil reservoirs in carbonate reservoirs in development management problems solving. *SOCAR Proceedings*, SI1, 88-97.
19. Muslimov, R. Kh. (2008). Methods of increasing an oil fields development efficiency at a late stage. *Oil Industry*, 3, 30-35.

20. Rogachev, M. K., Mukhametshin, V. V. (2018). Control and regulation of the hydrochloric acid treatment of the bottomhole zone based on field-geological data. *Journal of Mining Institute*, 231, 275-280.
21. Kostrigin, I. V., Khatmullin, I. F., Khatmullina, E. I., et al. (2009). Rapid evaluation of the waterflooded reservoir energy and production potential forecasting. *Oil Industry*, 11, 39-41.
22. Yakupov, R. F., Mukhametshin, V. Sh., Tyncherov, K. T. (2018). Filtration model of oil coning in a bottom water-drive reservoir. *Periodico Tche Quimica*, 15(30), 725-733.
23. Veliyev, E. F. (2021). Polymer dispersed system for in-situ fluid diversion. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*, 1(78), 61-72.
24. Khuzin, R. R., Bakhtizin, R. N., Andreev, V. E., et al. (2021). Oil recovery enhancement by reservoir hydraulic compression technique employment. *SOCAR Proceedings*, SI11, 98-108.
25. Sun, S. Q., Wan, J. C. (2002). Geological analogs usage rates high in global survey. *Oil & Gas Journal*, 100(46), 49-50.
26. Rabaev, R. U., Chibisov, A. V., Kotenev, A. Yu., et al. (2021). Mathematical modelling of carbonate reservoir dissolution and prediction of the controlled hydrochloric acid treatment efficiency. *SOCAR Proceedings*, 2, 40-46.
27. Antonevich, Yu. S., Efimov, A. V. (2013). Integrated approach to investment portfolio management in oil and gas companies. *Oil Industry*, 12, 83-85.
28. Mukhametshin, V. V., Kuleshova, L. S. (2020). On uncertainty level reduction in managing waterflooding of the deposits with hard to extract reserves. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 331, 5, 140-146.
29. Shen, R., Lei, X., Guo, H.K., et al. (2017). The influence of pore structure on water flow in rocks from the Beibu Gulf oil field in China. *SOCAR Proceedings*, 3, 32-38.
30. Sergeev, V. V., Sharapov, R. R., Kudymov, A. Y., et al. (2020). Experimental research of the colloidal systems with nanoparticles influence on filtration characteristics of hydraulic fractures. *Nanotechnologies in Construction*, 12(2), 100-107.
31. Rzayeva, S. J. (2019). New microbiological method of oil recovery increase containing highly mineralized water. *SOCAR Proceedings*, 2, 38-44.
32. Mardashov, D. V., Rogachev, M. K., Zeigman, Yu. V., Mukhametshin, V. V. (2021). Well killing technology before workover operation in complicated conditions. *Energies*, 14(3), 654, 1-15.
33. Borisenko, Z. G., Soson, M. N. (1973). Calculation of oil reserves by the volumetric method. *Moscow: Nedra*.
34. Saveliev, V. A., Tokarev, M. A., Chinarov, A. S. (2008). Geological and field methods of oil recovery forecast. *Izhevsk: Udmurt University*.
35. Yakupov, R. F., Mukhametshin, V. Sh., Khakimzyanov, I. N., Trofimov, V. E. (2019). Optimization of reserve production from water oil zones of D3ps horizon of Shkapovsky oil field by means of horizontal wells. *Georesursy*, 21, 3, 55-61.
36. Minnikhanov, R. N., Maganov, N. U., Khisamov, R. S. (2016). On creation of research and testing facilities to promote study of nonconventional oil reserves in Tatarstan. *Oil Industry*, 8, 60-63.
37. Kuleshova, L. S., Fattakhov, I. G., Sultanov, Sh. Kh., et al. (2021). Experience in conducting multi-zone hydraulic fracturing on the oilfield of PJSC «Tatneft». *SOCAR Proceedings*, SI1, 68-76.
38. Khakimzyanov, I. N., Mukhametshin, V. Sh., Bakhtizin, R. N., Sheshdirov, R. I. (2021). Determination of well spacing volumetric factor for assessment of final oil recovery in reservoirs developed by horizontal wells. *SOCAR Proceedings*, 2, 47-53.
39. Veliyev, E. F. (2020). Mechanisms of polymer retention in porous media. *SOCAR Proceedings*, 3, 126-134.
40. Krivova, N. R., Reshetnikova, D. S., Fedorova, K. V., Kolesnik, S. V. (2015). Efficiency improvement of low-permeable reservoirs development of the Western Siberia fields by the system of horizontal wells. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, 5, 52-57.
41. Mukhametshin, V. V. (2018). Rationale for trends in increasing oil reserves depletion in Western Siberia cretaceous deposits based on targets identification. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 329(5), 117-124.

Методический подход к мониторингу эффективности использования ресурсной базы при разработке нефтяных месторождений

*В.А. Грищенко, И.Н. Асылгареев, Р.Н. Бахтизин,
В.В. Мухаметшин, Р.Ф. Якупов*
Уфимский государственный нефтяной
технический университет, Уфа, Россия

Реферат

В статье рассмотрен вопрос управления ресурсной базой в условиях сложной структуры остаточных запасов. Для повышения эффективности выработки запасов необходим постоянный мониторинг их распределения – насколько они вовлечены, где потенциал по дополнительному вовлечению, насколько эффективно вырабатываются уже вовлечённые в разработку участки. В работе предложен методический подход к организации процесса контроля остаточных запасов, который позволяет планировать и корректировать программу мероприятий по освоению запасов. Особую актуальность это имеет для компаний, разрабатывающих активы на поздних стадиях разработки, не имеющих возможность «коврового» разбуривания. На примере одного из предприятий, разрабатывающих активы на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, выполнено структурирование остаточных запасов, исходя из которого была сформирована стратегия повышения вовлечённости запасов в разработку. Для анализа эффективности выработки запасов на вовлечённых участках в работе предложен коэффициент использования запасов, основанный на прогнозе по характеристикам вытеснения. Его внедрение позволило выявить проблемные участки, на примере одного из которых в дальнейшем была реализована высокоэффективная программа бурения горизонтальных скважин.

Ключевые слова: разработка нефтяных месторождений; запасы нефти; управление ресурсами; выработка запасов; горизонтальные скважины.

Neft yataqlarının işlənməsi zamanı resurs bazası istifadəsinin effektivliyinin monitorinqinə metodiki yanaşma

*V. A. Qrişenko, İ. N. Asılqareyev, R. N. Baxtizin,
V. V. Muxametşin, R. F. Yakupov*
Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, Ufa, Rusiya

Xülasə

Məqalədə qalıq ehtiyatların mürəkkəb strukturu şəraitində resurs bazasının idarəedilməsi məsələsinə baxılmışdır. Ehtiyatların çıxarılma effektivliyinin artırılması üçün onların paylanmasının – onların işlənməyə nə dərəcədə cəlb olunmasının, əlavə cəlbətmə potensialının harada olmasının, işlənməyə cəlb olunmuş sahələrin nə dərəcədə effektiv işlənilməsinin daimi monitorinqi zəruridir. Məqalədə qalıq ehtiyatlara nəzarət prosesinin təşkili üçün ehtiyatların mənimsənilməsi üzrə tədbirlər proqramını planlaşdırmağa və korrektə etməyə imkan verən metodiki yanaşma təklif olunmuşdur. Bu, "xalça" qazılması imkanı olmayan, aktivlərini son işlənmə mərhələsində istismar edən şirkətlər üçün xüsusi aktuallığa malikdir. Öz aktivlərini Volqa-Ural neftli-qazlı vilayətində istismar edən müəssisələrdən birinin təmsalında qalıq ehtiyatların strukturlaşdırılması aparılmış, onun əsasında da ehtiyatların işlənməyə cəlb edilməsinin artırılması strategiyası formalaşdırılmışdır. İşlənməyə cəlb edilən ərazilərdə ehtiyatların çıxarılma effektivliyinin təhlili üçün sıxışdırma xarakteristikasına əsaslanan proqnozun əsasında ehtiyatların istifadə edilməsi əmsalı təklif olunmuşdur. Onun həyata keçirilməsi problemli sahələri müəyyən etməyə imkan vermişdir, onlardan birinin nümunəsində isə sonradan horizontal quyuların qazılması üçün yüksək effektiv proqram həyata keçirilmişdir.

Açar sözlər: neft yataqlarının işlənməsi; neft ehtiyatları; resursların idarəedilməsi; ehtiyatların çıxarılması; horizontal quyular.