

Концептуальное геологическое моделирование как основа разработки карбонатных залежей на примере месторождения ближневосточного региона

Р.А. Растегаев*, В.В. Морозов, С.И. Мельников, С.А. Идрисова, С.В. Мильчаков
ООО «Газпромнефть-НТЦ», Санкт-Петербург, Россия

При работе с карбонатными залежами учет геологических особенностей их строения необходим для понимания изменения динамических свойств пласта при начале разработки и помогает реализовать максимально эффективную стратегию – от выбора типа скважин и до выделения перспективных зон бурения. В данной работе представлен алгоритм выявления основных геологических факторов, оказывающих существенное влияние на подходы к разработке месторождения и уверенность в прогнозировании добычи. Рассмотрен пример подхода компании ООО «Газпромнефть-НТЦ» к изучению и прогнозированию свойств на примере одного из месторождений Ближнего Востока. Данный подход к моделированию сложнопостроенного карбонатного месторождения позволил получить концептуальную геолого-гидродинамическую модель месторождения. Созданная динамическая модель увеличивает точность прогноза продуктивности новых скважин и подтверждает высокие прогностические способности по итогам бурения.

Ключевые слова: геологический концепт, продуктивность скважин, карбонаты, Мауддуд, Загрос

Для цитирования: Растегаев Р.А., Морозов В.В., Мельников С.И., Идрисова С.А., Мильчаков С.В. (2018). Концептуальное геологическое моделирование как основа разработки карбонатных залежей на примере месторождения ближневосточного региона. *Георесурсы*, 20(3), Ч.1, с. 168-171. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2018.3.168-171>

Введение

Задача прогнозирования продуктивности скважин в карбонатных коллекторах всегда связана с высокими неопределенностями из-за влияния множества факторов на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород как во время седиментации, так и при последующих вторичных преобразованиях структуры пустотного пространства пород.

В работе рассмотрен пример подхода компании ООО «Газпромнефть-НТЦ» к изучению и прогнозированию свойств на примере одного из месторождений Ближнего Востока. Основным продуктивным объектом является формация Мауддуд верхне-мелового возраста, в пределах данной формации выделяется 8 пластов (А,В,С,Д,Е,Г,Н) (Saad Z. Jassim, Jeremy C. Goff, 2006).

Отложения верхних пластов рассматриваемого объекта (А,В,С) выдержаны по площади, имеют низкую изменчивость ФЕС, что позволяет качественно прогнозировать толщины и свойства пород. Средняя ошибка прогнозных толщин не превышает 4%. Нижняя часть формации (Д,Е,Г) напротив демонстрирует высокую неоднородность и изменчивость ФЕС по площади и по вертикали, что влечет за собой необходимость фациального и/или кластерного анализа с целью повышения качества прогноза.

Целью данной работы являлось создание фактологической основы для уверенного прогнозирования продуктивности новых скважин.

Соответственно решались следующие задачи:

- выявление основных драйверов проводимости породы для каждого из пластов формации;
- создание концепта геологии;
- подбор способа прогнозирования распространения свойств по латерали в соответствии с ним.

В Газпромнефть НТЦ разработан и успешно применяется стандартизированный алгоритм работы с карбонатными коллекторами при анализе данных. Он включает в себя анализ петрографических исследований, работу с керновыми данными, интерпретацией СРР и, как итог, создание концептуальной геологической модели (Идрисова и др., 2018).

Анализ петрографии включает в себя оценку генетических причин формирования пустотного пространства, численное определение степени влияния вторичных процессов на свойства породы. Использование данного подхода в нашем случае было осложнено рядом ограничений в исходных данных – вторичные процессы, проявленные в породе, описаны на качественном уровне, количественная оценка отсутствует.

Стоит отметить и малое количество образцов керна не из ключевых пластов; наиболее полно представлены пласты В (145 образцов) и Д (510 образцов). Всего керн отобран в трех скважинах, общей проходкой ≈148 м при мощности пласта ~400 м.

Литологическое исследование керна.

Оценка роли вторичных преобразований

Поровое пространство представлено как межзерновой, так и внутризерновой пористостью, отмечается наличие микротрещин и кристаллов доломита (Рис. 1).

* Ответственный автор: Роман Александрович Растегаев
E-mail: Rastegaev.RA@gazpromneft-ntc.ru

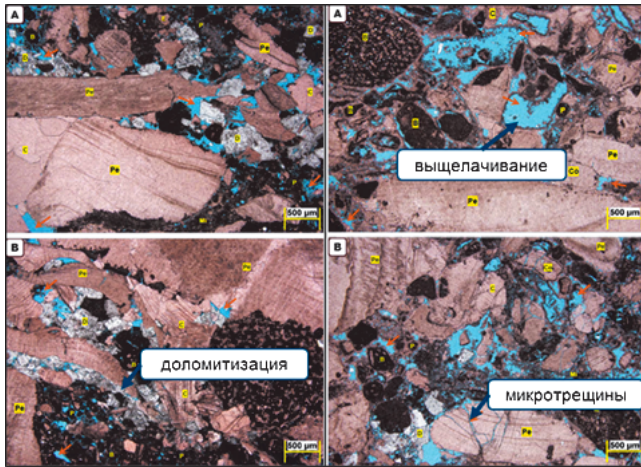


Рис. 1. Примеры шлифов

С целью оценки влияния структурных (седиментационных) признаков породы на ФЕС выполнено сопоставление количества «зерен» в шлифах с замерами коэффициента пористости на цилиндрических образцах, отобранных в тех же точках, что и шлифы (Рис. 2). Наблюдается тренд увеличения коэффициента пористости породы при увеличении соотношения зерна/цемента. Соответственно, восстановление обстановки осадконакопления для рассматриваемого участка подразумевает понимание наиболее вероятного тренда распространения свойств по площади.

Для некоторых образцов на приведенных графиках наблюдается отклонение от выделенного тренда. Основной причиной является проявление вторичных процессов в породе. Ввиду отсутствия количественного определения степени их проявленности, были сделаны выводы на качественном уровне.

При визуальном исследовании шлифов пласта D наиболее ярко проявлены процессы доломитизации и выщелачивания породы. Если первый оказал отрицательное

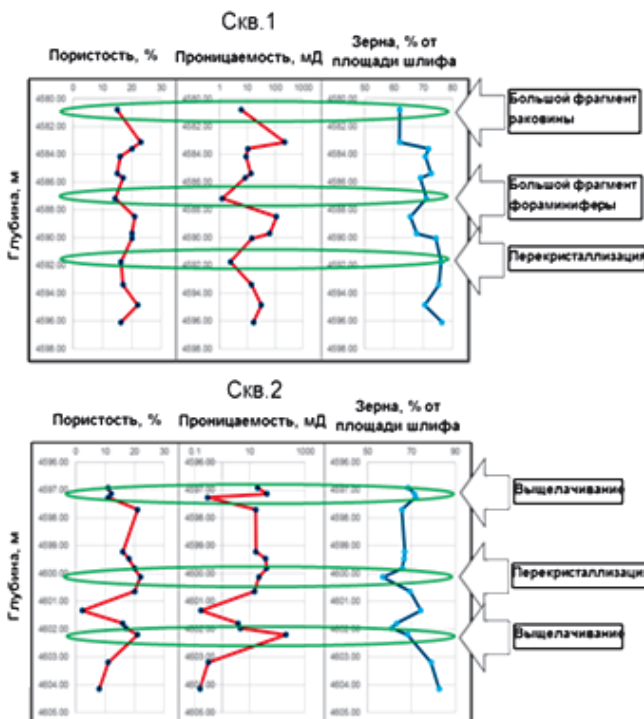


Рис. 2. Связь первичных седиментационных признаков пород с их пористостью

влияние на ФЕС, то выщелачивание повлияло в плюс.

Вторичные преобразования вероятно проходили в породах с уже хорошими ФЕС и за счет выщелачивания, улучшая качество порового пространства. В зонах с изначально низкими ФЕС проникновение раствора было затруднено, и в таких породах вторичные преобразования не оказали столь серьезного влияния.

Создание концептуальной геологической модели месторождения

Исходя из общего описания керна, а также выводов по данным петрографического анализа восстановлена обстановка осадконакопления – карбонатный рамп, с рудистовыми постройками в его пределах (Рис. 3).

В соответствии с принятой концепцией выполнена корреляция выделенных пластов по скважинам (Рис. 4).

По данным анализа сейсмических данных (спектральная декомпозиция, рис. 5А) выделяются зоны развития аномалий. Исходя из выводов о концептуальном строении пластов, данные аномалии вероятнее всего являются зонами роста органических построек (рудистовые рифы), которые отличаются повышенными фильтрационными свойствами.

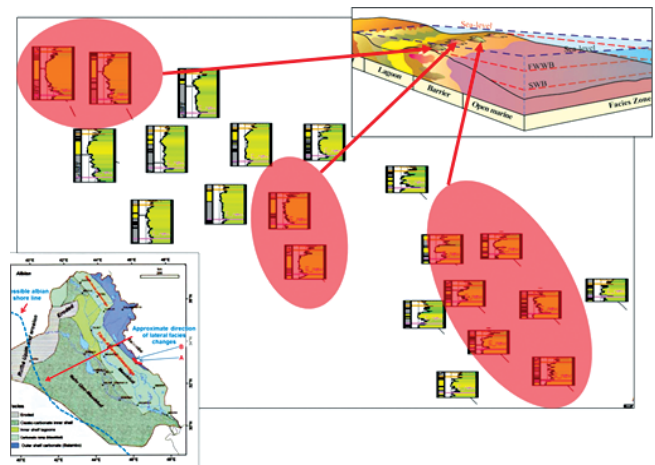


Рис. 3. Концепт геологического строения месторождения (цветом выделены области потенциального роста органических построек)

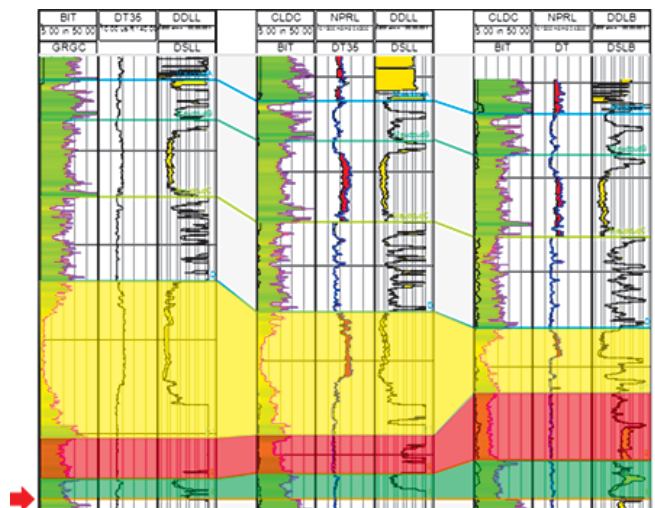


Рис. 4. Пример схемы корреляции пластов (в крест простиранья)

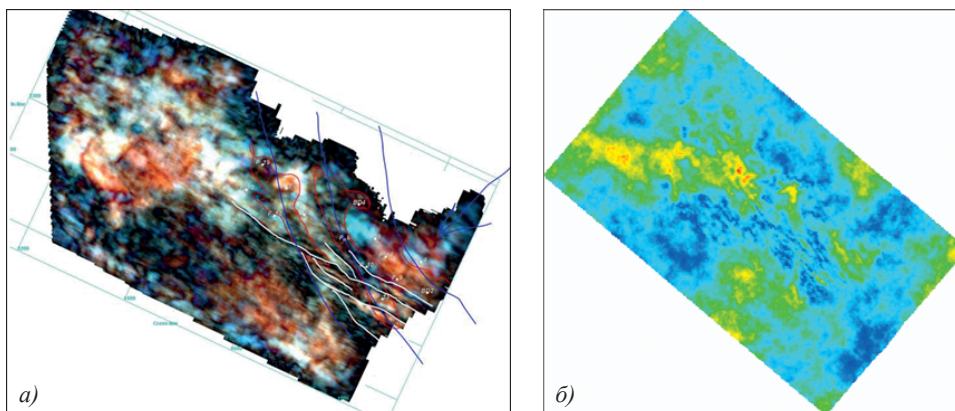


Рис. 5. Спектральная декомпозиция

Анализ гидродинамических и промыслово-геофизических исследований показал значительное различие фильтрационных свойств по разрезу. Пласты А, В, С (верхняя часть разреза) выдержаны по разрезу, однако имеют проницаемость в несколько раз ниже, чем пласты D и E, что возможно связано с меньшим влиянием процесса выщелачивания на породу. Комплексный анализ всех типов данных (кern, ГИС, ГДИС, ПГИ) также показал, что естественная трещиноватость выражена слабо и не оказывает существенного влияния на продуктивные характеристики.

Результаты проведенной аналитической работы использованы при создании геологической модели месторождения, которая затем была передана для динамического моделирования.

В ходе анализа сейсмических данных установлена зависимость между зонами развития кавернозности в породе (подтверждается скважинными данными) и картой атрибута максимальных амплитуд (Рис. 5Б). Данная карта использована в качестве тренда при распределении поля проницаемости в межскважинном пространстве (Рис. 6). Использованный подход позволил получить хорошее совмещение фактических и модельных параметров динамической модели и не требовал применения дополнительных настроек (множителей проницаемости, продуктивности и др.).

Выводы

Кроссфункциональный подход к моделированию сложностроенного карбонатного месторождения позволил получить концептуальную геолого-гидродинамическую модель месторождения.

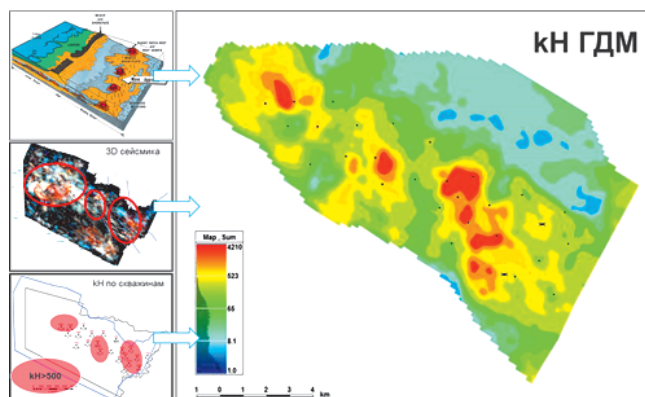


Рис. 6. Итоговая карта проводимости пласта (кН – динамическая модель)

Созданная динамическая модель увеличила точность прогноза продуктивности новых скважин и подтвердила высокие прогностические способности по итогам бурения.

Полученные наработки рекомендуются к тиражированию при моделировании других карбонатных объектов Компании.

Литература

Идрисова С.А., Тугарова М.А., Стремичев Е.В., Белозеров Б.В. (2018). Цифровой kern. Комплексирование данных петрографических исследований карбонатных пород с результатами изучения керн. Санкт-Петербург, «ПРОНефть», 36 с.

Saad Z. Jassim and Jeremy C. Goff. (2006). Geology of Iraq. Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, 344 p.

Сведения об авторах

Роман Александрович Растегаев – главный специалист, отдел сопровождения международных проектов
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

Виктор Викторович Морозов – начальник департамента, Департамент геологической поддержки проектов
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

Сергей Игоревич Мельников – канд. тех. наук, начальник отдела, отдел сопровождения международных проектов
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

Светлана Айратовна Идрисова – главный специалист, отдел сопровождения международных проектов
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

Сергей Васильевич Мильчаков – главный специалист, отдел перспективных МУН
ООО «Газпромнефть НТЦ»
Россия, 190000, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 75-79, литер Д

Статья поступила в редакцию 30.07.2018;

Принята к публикации 15.08.2018;

Опубликована 30.08.2018

Conceptual geological modeling as a basis for the development of carbonate deposits in the Middle East region

R.A. Rastegaev*, V.V. Morozov, S.I. Melnikov, S.A. Idrisova, S.V. Milchakov

Gazprom Neft Science and Technology Center, St. Petersburg, Russian Federation

*Corresponding author: Roman A. Rastegaev, e-mail: Rastegaev.RA@gazpromneft-ntc.ru

Abstract. When working with carbonate deposits, taking into account the geological features of their structure is necessary to understand the change in the dynamic properties of the formation at the beginning of the development. It helps to implement the most effective strategy from the selection of well types and to the identification of promising drilling zones. In this paper, an algorithm is presented to identify the main geological factors that have a significant influence on the approaches to field development and the confidence in production forecasting. An example is considered of the approach of LLC Gazpromneft-NTC to the study and prediction of properties by the example of one of the Middle East fields. This approach to modeling a complex carbonate field made it possible to obtain a conceptual geological and hydrodynamic model of the field. The created dynamic model increases the accuracy of the prognosis of the productivity of new wells and confirms high prognostic abilities following the results of drilling.

Keywords: geological concept, well productivity, carbonates, Maaddud, Zagros

Recommended citation: Rastegaev R.A., Morozov V.V., Melnikov S.I., Idrisova S.A., Milchakov S.V. (2018). Conceptual geological modeling as a basis for the development of carbonate deposits in the Middle East region. *Georesursy = Georesources*, 20(3), Part 1, pp. 168-171. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2018.3.168-171>

References

- Idrisova S.A., Tugarova M.A., Stremichev E.V., Belozerov B.V. (2018). Digital core. Compilation of petrographic data of carbonate rocks with the results of core analysis. Saint-Petersburg: PRONeft, 36 p. (In Russ.)
- Saad Z. Jassim and Jeremy C. Goff. (2006). *Geology of Iraq*. Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, 344 p.

About the Authors

Roman A. Rastegaev – Chief Specialist, International Projects Support Division
Gazprom Neft Science and Technology Center
Moika River emb., 75-79 liter D, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Viktor V. Morozov – Head of Department, Department of Geological Project Support
Gazprom Neft Science and Technology Center
Moika River emb., 75-79 liter D, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Sergey I. Melnikov – PhD (Engineering), Head of division, International Projects Support Division
Gazprom Neft Science and Technology Center
Moika River emb., 75-79 liter D, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Svetlana A. Idrisova – Chief Specialist, International Projects Support Division
Gazprom Neft Science and Technology Center
Moika River emb., 75-79 liter D, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Sergey V. Milchakov – Chief Specialist, Division of Advanced EOR
Gazprom Neft Science and Technology Center
Moika River emb., 75-79 liter D, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

Manuscript received 30 July 2018;

Accepted 15 August 2018;

Published 30 August 2018