

Геохимические технологии в практике ТЭК

**А.В. Ермоловский¹, А.Я. Куклинский¹, к.х.н., Е.В. Зубарева¹, к.х.н.,
М.А. Невестенко¹, Е.В. Гурба¹, к.х.н., Ю.С. Тарасова¹**

¹Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ВолгоградНИПИморнефть»,
г. Волгоград

Адрес для связи: Alexey.Ermolovsky@lukoil.com

Ключевые слова: геохимические технологии, резервуарная геохимия, методы органической геохимии, геохимия нефти и органического вещества

В настоящее время решение задач резервуарной геохимии невозможно без проведения комплексных геохимических исследований. Так, детальное изучение керна, поверхностных нефти и газоконденсата позволяет оценить перспективы нефтегазоносности отложений, уточнить модель месторождения, установить флюидосообщаемость продуктивных зон, тип флюида, насыщающего породу, и др. Для решения этих задач используются битуминологический, пиролитический и молекулярный методы анализа керна, позволяющие определять тип органического вещества и генерационный потенциал пород. Исследования нефти и газоконденсата включают физико-химический, молекулярный и структурно-групповой в области ИК-спектра анализ. Использование хроматографии и хромато-масс-спектрометрии при проведении молекулярных исследований позволяет получить важную информацию об индивидуальном составе бензиновых фракций, n-парафиновых, изопреноидных, ароматических углеводородов и полициклических биомаркеров («отпечатков пальцев») нефти. Метод ИК-спектроскопии помогает определять тип и степень окисления нефтей.

В статье приведен пример практического применения геохимических исследований керна и углеводородных флюидов при геолого-разведочных работах.

Geochemical technologies in the practice of Fuel and Energy Complex

A.V. Ermolovsky¹, A.Ya. Kuklinsky¹, E.V. Zubareva¹, M.A. Nevestenko¹, E.V. Gurba¹,
S.Yu. Tarasova¹

¹VolgogradNIPImorneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Volgograd, RF, Volgograd

E-mail: Alexey.Ermolovsky@lukoil.com

Keywords: geochemical technologies, reservoir geochemistry, methods of organic geochemistry, geochemistry of oil and organic matter

Nowadays complex geochemical studies play a significant part in solving reservoir geochemistry issues. Detailed study of core, crude oil and gas condensate make it possible to assess oil-and-gas prospects of deposits, refine the field model, define reservoir connectivity in producing zone and type of saturating fluid, etc. To solve the problems mentioned above, bituminological, pyrolytic and molecular analyses of core samples are used. This approach helps to determine the type of organic matter and rock generative potential. Oil and gas condensate studies include physic-chemical, molecular and IR-spectral analyses. Chromatographic and mass-spectrometric methods are used for molecular studies for obtaining the important information about individual composition of gasoline fraction, n-paraffins, isoprenoids, benzene hydrocarbons and polycyclic biomarkers ("fingerprints") of oil. IR-spectroscopy allows to determine oil type and oxidation rate.

In this article the example of practical use of core and hydrocarbon fluids geochemical studies during geological exploration works.

На протяжении 40 лет в «ВолгоградНИПИморнефти» (в настоящее время – филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг») разрабатываются и эффективно применяются в практике поисково-разведочных работ и разработки месторождений геохимические методы. Помимо исследований поверхностных нефти, газоконденсата, экстрактов из керна и шлама с целью оценки перспектив нефтегазоносности отложений в институте широко развиты методы резервуарной геохимии, базирующиеся на анализе индивидуального состава бензиновых фракций, n-парафиновых, изопреноидных, ароматических углеводородов и полициклических биомаркеров. Подобный комплекс исследований позволяет получить дополнительную информацию, необходимую для решения актуальных вопросов, возникающих в процессе проведения геолого-геофизических работ, таких как:

- уточнение модели месторождения;
- установление «вертикальной» флюидодинамической сообщаемости в продуктивном резервуаре;
- оценка латеральной сообщаемости или гетерогенности однотипных литолого-стратиграфических нефтяных залежей;
- прогноз фазового состояния углеводородов;
- определение относительной нефтенасыщенности залежей в разрезе скважины;
- геохимическая корреляция нефтепроявлений в процессе бурения, продуктов ИПТ, ГДК, МДТ и т.п. с экстрактами из керна;

- определение уровня водонефтяного и газонефтяного контактов;
- оценка вклада в добываемую продукцию каждого из двух совместно эксплуатируемых пластов, содержащих разные по молекулярному составу нефти и др. (рис. 1).

Выполнение геохимических исследований в институте проводится с использованием как стандартного, так и прецизионного оборудования, включающего газожидкостной хроматограф HP 6890, хроматомасс-спектрометры HP 6890/59730 и TRACE 1310/ISQ, капиллярные газовые хроматографы TRACE GC Ultra и TRACE 1310, пиролизатор пород Rock-Eval 6 и Фурье-спектрометр инфракрасный ИнфалЮМ ФТ-08.

Использование хроматографии и хроматомасс-спектрометрии дает информацию о важнейших компонентах нефти и органического вещества – «отпечатки пальцев» нефти (биомаркеры) [1]. Пиролитические исследования методом Rock-Eval позволяют проводить детальный анализ органического вещества керна и определять генерационный потенциал пород [2]. С помощью ИК-спектроскопии проводится типизация нефтей, определяется степень их окисления.

Важно подчеркнуть, что проведение указанных работ осуществляется в комплексе с применением геолого-геофизических методов и современных IT решений (ChemStation LeoChem, MSD ChemStation, Chrom Card, RockSix, XCalibur, Хроматэк Аналитик с библиотекой масс-спектров NIST 17).

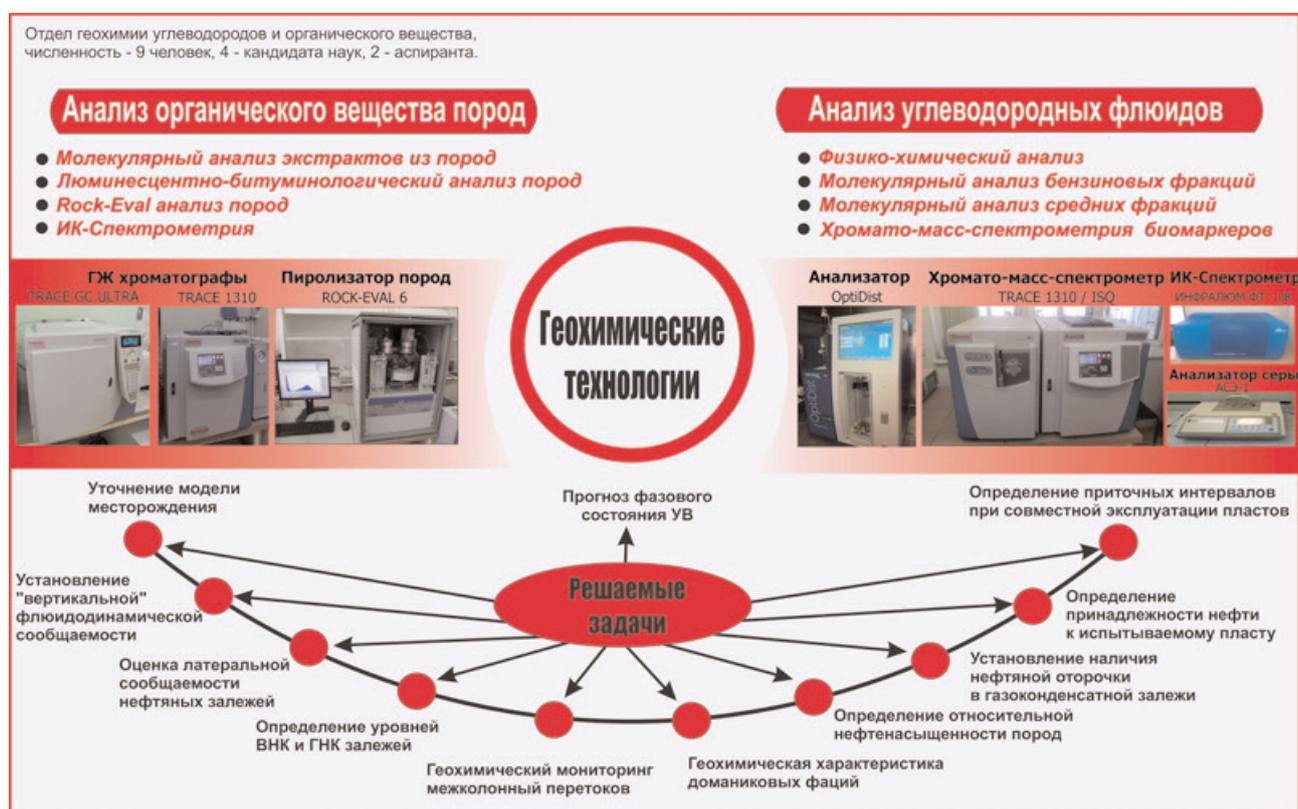


Рис. 1. Геохимические технологии: задачи, методы, анализ

Рассмотрим пример практического использования обобщающих геохимических исследований керн и углеводородных флюидов с целью оценки возможности межпластовой миграции углеводородных флюидов и флюидоупорных свойств глинистых покрышек. Отметим, что дополнительно для данного случая требовалось отпределить возможность миграции сероводорода из нижележащего пласта, прорыв которого следует учитывать при разработке месторождения.

В первую очередь проведены люминесцентно-битуминологический анализ керн и анализ методом Rock-Eval, которые показали, что между скоплениями газоконденсата II и I пластов имеются четыре покрышки, различающиеся по литолого-фациальному составу. Первая покрышка находится в верхней части II пласта, вторая – в нижней части пород-покрышек между II и I пластами, третья – в верхней части пород-покрышек между II и I пластами, четвертая – в нижней части I пласта (рис. 2). Первая и вторая покрышки в основном представлены карбонатами, в третьей и четвертой существенную роль играют глинистые минералы. Породы всех четырех покрышек характеризуются незначительным содержанием органического вещества и бедным генерационным потенциалом [3]. Эти свойства значительно усугубляются для первой и второй покрышек, особенно для второй, практически не содержащей органического вещества. Тем не менее, покрышки различаются по характеру содержащегося в них органического вещества, о чем свидетельствует молекулярный анализ экстрактов как в области парафиновых углеводородов, так и полициклических биомаркеров.

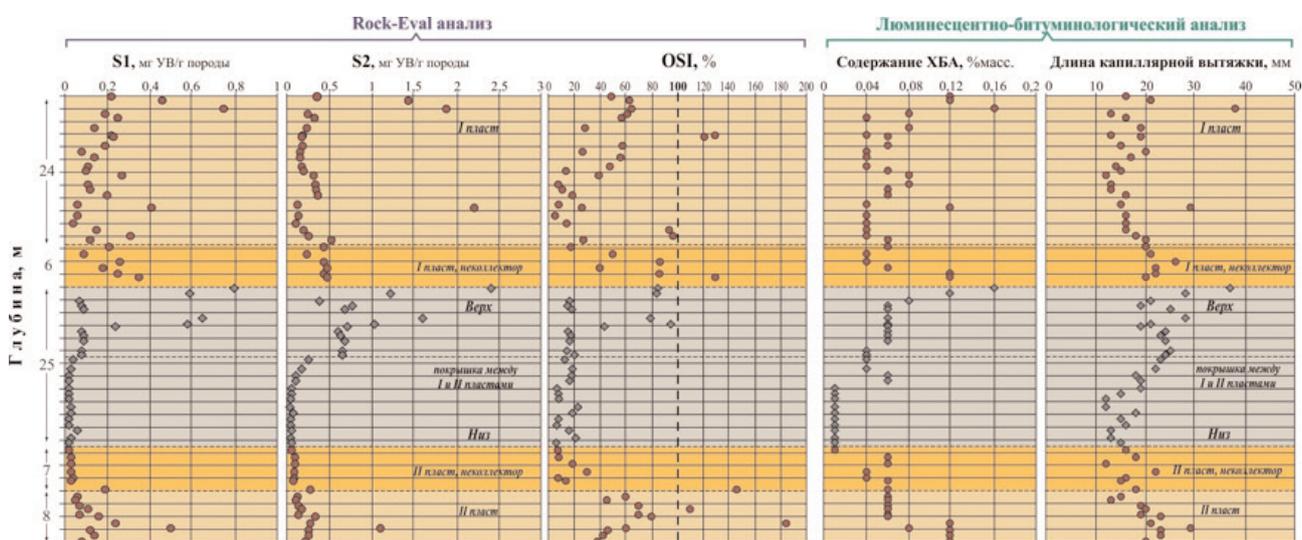


Рис. 2. Результаты анализа керн методом Rock-Eval
и люминесцентно-битуминологический анализа

Вместе с тем, при оценке углеводородонасыщенных пластов-коллекторов и разделяющих их покрышек важную роль играет геохимическая информация о молекулярном составе бензиновых фракций, парафиновых углеводородов среднекипящих и полициклических биомаркеров высококипящих фракций угле-

водородных флюидов. Поэтому следующим шагом стало детальное изучение конденсата, полученного при селективных испытаниях каждого из пластов. Всего при выполнении работы исследовано 12 проб конденсата I пласта и 12 проб конденсата II пласта.

Примеры полученных хроматограмм и масс-фрагментограмм бензиновых, среднекипящих и высококипящих фракций конденсата I и II пластов приведены на рис. 3. Сравнение соотношений содержания индивидуальных углеводородов показано на рис. 4 [4]. Аналогичные результаты получены для всех скважин месторождения.

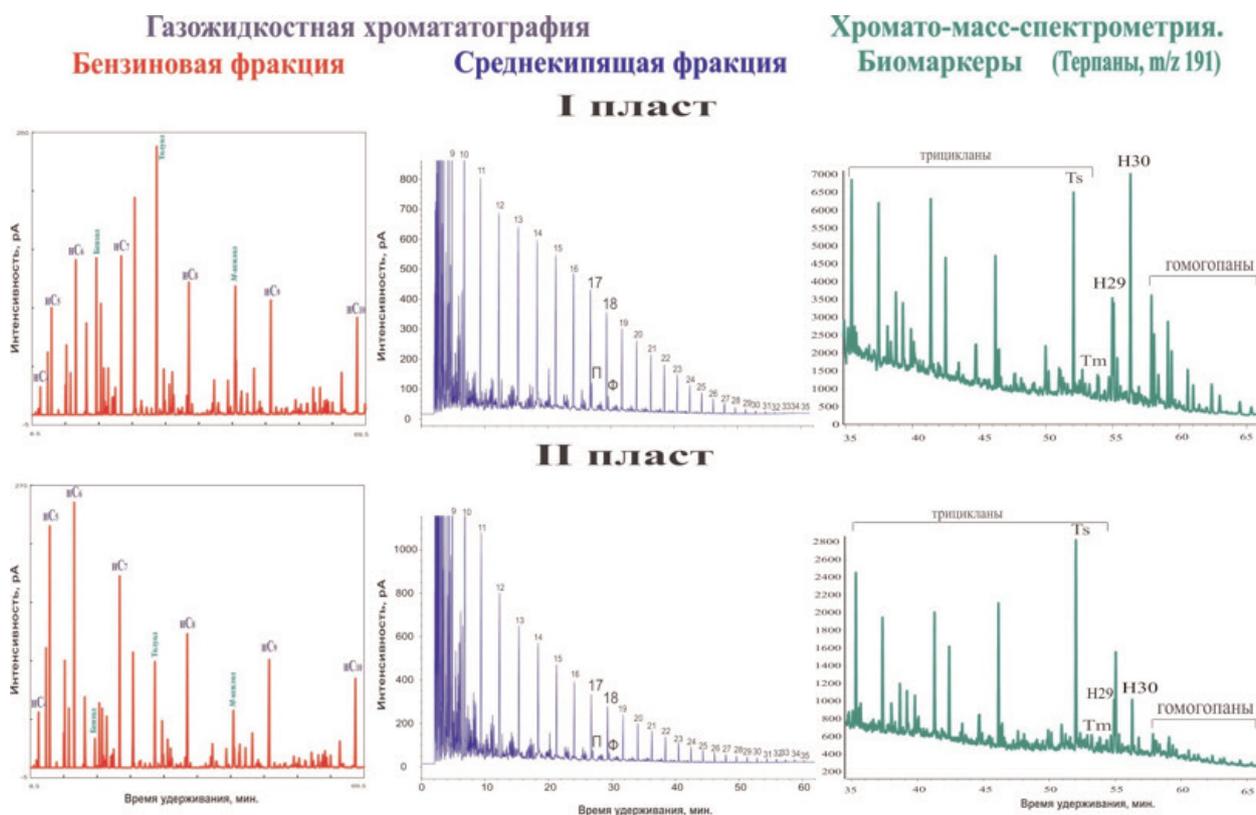


Рис. 3. Геохимический молекулярный анализ конденсата пластов I и II

Приведенные геохимические данные (см. рис. 3, 4) свидетельствуют о резком различии молекулярного состава газоконденсата, что доказывает отсутствие флюидодинамической связи между пластами I и II.

Таким образом, комплексные геохимические исследования углеводородных флюидов и органического вещества пород показали, что рассмотренные покрышки являются преградой для миграции углеводородов и соответственно сероводорода из пласта II в пласт I. Более того, третья и четвертая покрышки, вследствие наличия глинистых минералов, являются дополнительным геохимическим барьером, связывающим сероводород.

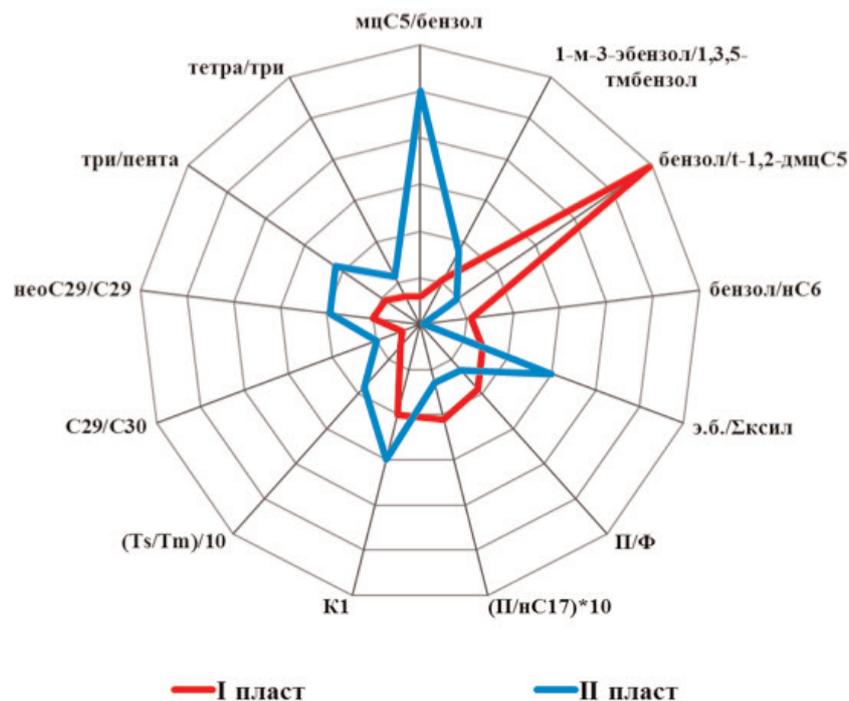


Рис. 4. Сравнение состава конденсата пластов I и II

Список литературы

1. Дахнова М.В. Применение геохимических методов исследований при поисках, разведке и разработке месторождений углеводородов // Геология нефти и газа. – 2007. – № 2. – С. 81–89.
2. Peters K.E., Flower M.G. Application of petroleum geochemistry to exploration and reservoir management // Organic Geochemistry. – 2002. – V. 33. – P. 5–36.
3. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide. V. 1: Biomarkers and isotopes in the environment and human history. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. – 488 p.
4. Halpern H.I. Development and applications of light-hydrocarbon-based star-diagrams // AAPG Bulletin. – 1995. – V. 79. – No. 6. – P. 801–815.