

**НОВАЯ МЕТОДИКА ПОИСКОВ МЕЛКИХ И СРЕДНИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
УГЛЕВОДОРОДОВ**

С.Г. Паняк, В.И. Герман
(Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург)

Геохимия, углеводороды, газовые эманации, пассивная адсорбция, сорбер

Geochemistry, hydrocarbons, gas emanations, passive absorption, sorber

The new method for prospecting small and medium-size hydrocarbon fields.
Panyak S.G., German V.I.

A method is suggested that makes it possible to segregate the background natural "noises" of hydrocarbon compounds in near-surface soil from subsurface emanations presenting a practical interest. Gas samples are collected from relatively shallow depth (50-60cm) using special modules allowing for a differentiation of surface emanations from subsurface ones early at the stage of gas sampling. The sample collection depth corresponds mainly to clayey weathering crust which is a natural accumulator and a barrier for subsurface fluids. Fig. 5, ref. 4.

В настоящее время вероятность открытия месторождений-гигантов и даже крупных по запасам углеводородов быстро снижается. Такие возможности пока сохраняются для относительно мало изученных акваторий шельфа. Основной прирост запасов получают за счет небольших и средних месторождений, нередко расположенных на флангах крупных. В этом случае резко увеличиваются затраты на дорогостоящие буровые работы. В соответствии с теорией вероятности возможность попадания скважины в пределы небольших залежей коррелируется соотношением продуктивных и пустых площадей. Антиклинальные структуры, определяемые по геологическим данным, не несут достаточной информации для эффективных поисков рассредоточенных в них мелких залежей, закладки буровых скважин. Существенную помощь могут оказывать, естественно, геофизические наблюдения, способные детализировать внутреннюю структуру крупных геологических структур. Однако на еще более высокую степень достоверность прогноза углеводородных залежей способны повысить геохимические исследования фирмы «GORE», результаты которых надёжно коррелируются с геофизическими наблюдениями. При использовании оригинальной методики исследований этой фирмы достоверность прогноза, как правило, не опускается ниже 90 %.

Методика фирмы «GORE» сравнительно проста в использовании и сравнительно недорогая при выполнении полевых работ, она уже использовалась фактически во всех нефтегазоносных регионах мира в 60 нефтегазоносных бассейнах. В последнее десятилетие газогеохимические исследования с использованием методики фирмы «GORE» эффективно применяются в России (Волго-Уральский и Западно-Сибирский бассейны). Методика базируется на теории американского ученого С.А. Пирсона [1], рассматривающего углеводородные залежи как источник вертикального электротеллурического тока. Иногда говорят об углеводородном «дыхании» недр, что подтверждается на многочисленных месторождениях нефти и газа. Основной целью геохимических исследований по методике фирмы «GORE» является интерпретация данных опробования восходящих газовых эманаций, указывающих на возможные глубинные

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

залежи газа, нефти, конденсата. Углеводородные соединения, как природные восстановители, неизбежно подавляют окислительный потенциал E_h , меняют рН (щелочность-кислотность флюидов) на пути следования вверх. Предлагаемая методика способна разделять фоновые природные «шумы» углеводородных соединений в приповерхностных грунтах от глубинных эманаций, представляющих практический интерес. Пробы газов отбираются с относительно небольшой глубины (50-60 см), специальными модулями фирмы, позволяющими уже на стадии забора газов разделять поверхностные и глубинные эманации. Уровень глубины отбора проб отвечает преимущественно глинистой коре выветривания, которая одновременно является естественным накопителем и барьером для глубинных флюидов.

С учетом геохимической специфики регионов методика предусматривает использование качественных характеристик глубинных флюидов каждого из них. Для этого отбираются специальные пробы около продуктивной скважины исследуемого участка, а также вокруг «сухих» скважин, для которых доказано отсутствие глубинных залежей углеводородов. Существенным допущением методики является предположение о том, что опознавательные признаки грунтового газа вблизи продуктивной скважины однозначно отражают проявление глубинной углеводородной залежи. Это предположение подтверждено фактически на всех месторождениях нефтегазоносных регионов всех континентов. Следует отметить, что предлагаемая методика, превосходящая все предыдущие по точности измерения (от 10^{-6} до 10^{-9} - 10^{-12} гр.) и количеству анализируемых углеводородов (от C_2 до C_{20}), позволяет делать заключения не только по интенсивности углеводородного «дыхания», но и по его качественному составу. Этот набор углеводородных соединений, как правило, тесно коррелируется с набором аналогичных соединений в продуктивной скважине. Естественно, что специальная статистическая обработка, используемая для последующей прогнозной оценки, ведется с учетом геохимических данных по «сухой» скважине.

Показана гистограмма значимости разных углеводородных соединений для определения эманаций над нефтяными залежами (рис.1). Чем выше столбик гистограммы, тем более значимо данное соединение для опознания нефтеподобной качественной характеристики эманации. Это устойчивая модель, поскольку она не зависит от одного или даже нескольких соединений.

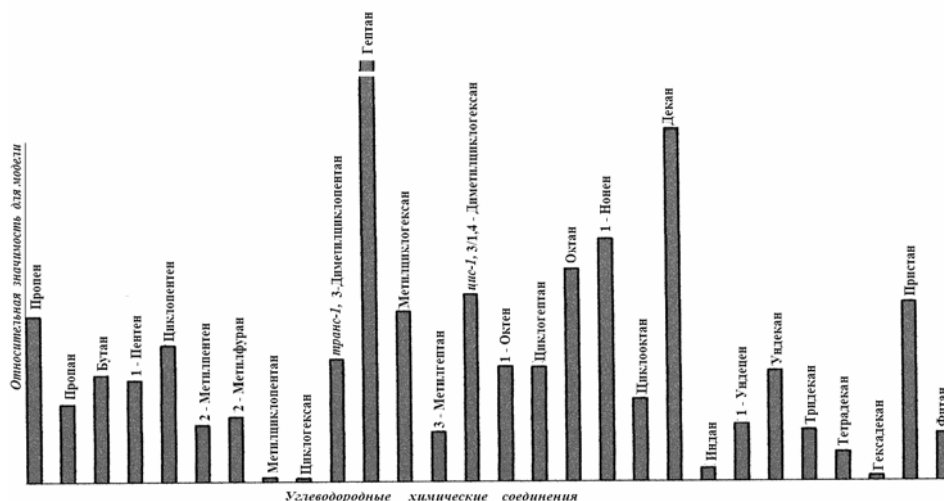


Рис. 1. Опознавательные признаки углеводородов

Такая комплексная характеристика нефтеподобных моделей сохраняет устойчивость в большинстве нефтегазоносных регионов мира. Наиболее значи-

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

мыми в данном случае являются соединения средней части гистограммы между **гептаном и деканом**. Для газовых месторождений отчетливо информативными являются соединения левой части гистограммы (в интервале **пропен - гептан**), что позволяет делать более точные прогнозы типа залежи. В ряде случаев геохимическая картина позволяет различать спектры тяжелой и легкой нефтей.

Опознавательные признаки нефтяных, газовых и «сухих» моделей приведены (рис. 2). На «сухой» модели без признаков углеводородов опознавательные признаки (столбики гистограммы) за редким исключением почти не выражены. Отчетливо выражены опознавательные признаки в средней части гистограммы для нефтяных залежей. О наличии газовых залежей свидетельствуют гистограммы с опознавательными признаками, смещенными в ее левую часть. При наличии нефтегазовых залежей обычно получаем совмещенную гистограмму опознавательных признаков углеводородов, показанных на газовой и нефтяной моделях. Такое частичное или полное совмещение наблюдается для большинства углеводородных залежей, что отражает реальную природную картину обычного пространственного совмещения нефтяных и газовых месторождений.

Для надежной интерпретации геохимических данных (принадлежности к «нефтяному» или «сухому» классу) строится математическая проекция каждой пробы на ось, разделяющую центроид классов конечных членов.

При этом центроид «сухого» класса представляет нулевую вероятность членства в «нефтяном» классе, а центроид «нефтяного» класса представляет 100 %-ную вероятность членства в своем классе (рис. 3). Конечным продуктом поисков методом «GORE» являются специальные геохимические карты, которые могут интерпретироваться, как карты прогноза на углеводородное сырье. Их достоверность сегодня достигает 80 %, а в некоторых случаях доходит до 97 % при негативной оценке объекта изысканий.

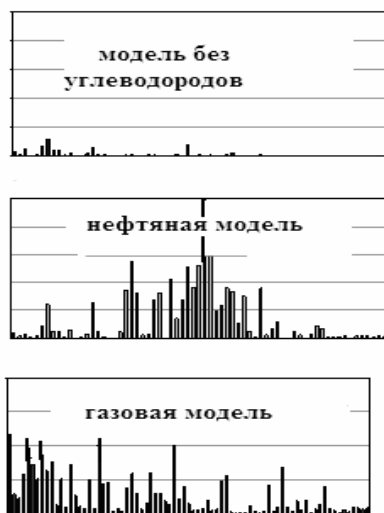


Рис. 2. Типовые гистограммы опознавательных признаков углеводородов

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

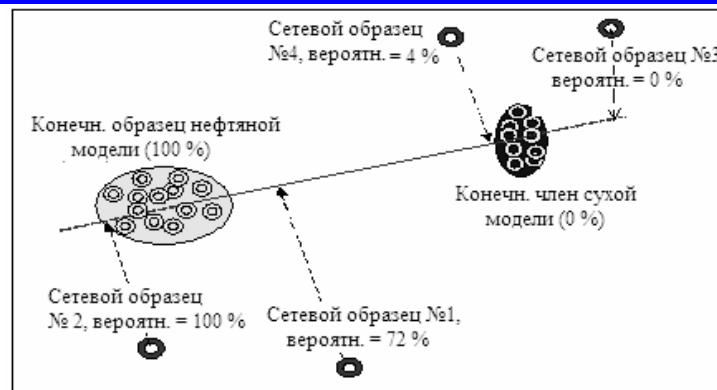


Рис. 3. Схема разделения центроидов классов модели методом дискриминантного анализа

В зимний сезон 2005-2006 гг. геохимические исследования выполнялись на Ярудейском участке. Его площадь непосредственно примыкает с юга к Обской губе и при ширине 30 км протягивается в меридиональном направлении на 65 км. В структурном отношении он расположен в пределах Шугинско-Ярудейского малого вала (структуры 2-го порядка), который представляет северное окончание большей по масштабам структуры – Ярудейского крупного вала. Последний, в свою очередь, входит в Надымскую мегавпадину.

В пределах Шугинско-Ярудейского малого вала (50+51) можно выделить три небольших поднятия, которые были главными объектами геологического изучения. К ним относятся (с юга на север) поднятия: Ярудейское (250), Южно-Шугинское (2976) и Шугинское (248).

Это небольшие антиклинальные структуры размером около 10 км в плане (рис. 4).

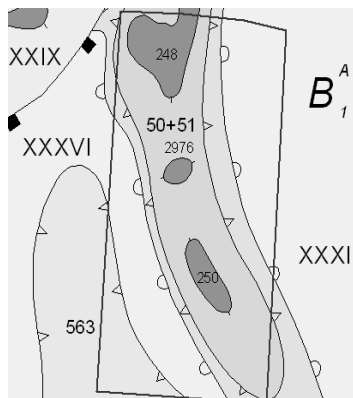


Рис. 4. Выкопировка из тектонической карты (условные обозначения в тексте)

Один профиль (трансект) пройден через два остальных поднятия в северо-западном направлении (рис. 5).

По данным буровых работ в составе кровли фундамента отмечается обычный набор пород терригенного комплекса: конгломераты, песчаники, туфопесчаники, алевриты, аргиллиты. Наиболее благоприятные для локализации углеводородных залежей условия характерны для готерив-сеноманского комплекса. К сожалению, верхнемеловой комплекс представлен преимущественно глинистыми породами, которые рассматриваются скорее как покрывка для га-

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

зоносных горизонтов мела. Из 4 скважин, пробуренных ранее, только одна дала положительные результаты – в скв. 2, пробуренной на крыле структуры, получен незначительный (около $2\text{ м}^3/\text{сут}$) непереливающий приток нефти, смешанный с водой. После проведения геохимических работ и с учетом их результатов в 2007 году пробурена скв. 5 в 2-х километрах северо-западнее скв. № 2 и из пород пластов ЮН₁₂ и ЮН₂ на глубине более 3000 м получен фонтан газоконденсата с дебитом газа сепарации 102,4 тыс $\text{м}^3/\text{сут}$. Скважина пробурена на Ярудейском участке в куполе антиклинальной структуры.

Такая сложная и противоречивая ситуация с окончательной оценкой перспектив участка может быть разрешена с учетом результатов геохимических исследований фирмы «GORE» (см. рис. 5).

Согласно карте распределения вероятности углеводородных залежей, потенциальные месторождения нефти и газа на участке имеют мелкоячеистый характер. Соотношение выделенных перспективных участков к малоперспективным и «сухим» площадям составляет 1:10, или около 10 %. Именно такова, следовательно, вероятность попадания скважиной в продуктивную залежь без учета результатов геохимических исследований фирмы «GORE». Полученные геохимические результаты свидетельствуют также об отсутствии в пределах выделенных антиклинальных поднятий единой структурной ловушки.

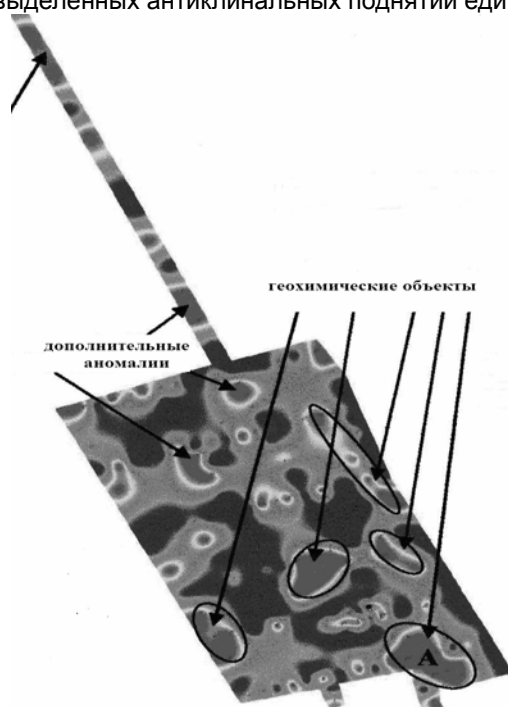


Рис. 5. Характер геохимических аномалий участка Ярудей

Геохимический профиль (трансект), пройденный через Южно-Шугинское и Шугинское поднятия, подтверждает очаговый характер распределения потенциальных углеводородов в этих структурах. Причины такого распределения геохимических аномалий до конца не выяснены. Возможно, главную роль здесь играет наличие небольших замкнутых локальных поднятий с меняющимся литологическим составом пород-коллекторов по латерали.

Полученные результаты подтверждают флюидодинамическую модель нефтегазовых залежей. Углеводороды активно «приспосабливаются» к наложенным тектоническим подвижкам и мигрируют в небольшие структурные ловушки, где

Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа

их распределение дополнительно контролируется литологическим составом пород. В результате залежи приобретают мелкоячеистый характер распространения в плане. На геохимических картах они выглядят изометричными, иногда слабовытянутыми аномалиями. Как показывает опыт [2,3], форма геохимических аномалий в плане зависит от тектонической структуры вмещающих пород. В пределах платформенных областей аномалии обладают изометричной формой, иногда для крупных месторождений они сливаются в более крупные ячейки весьма сложной формы. В предгорных прогибах аномалии обладают, как правило, линейными очертаниями. Здесь они обычно приурочены к разрывным тектоническим структурам. На геологических разрезах залежи имеют форму вытянутых и выпуклых линз, согласующихся с залеганием вмещающих пород. Давно установлено, что положение газо- и водонефтяного контактов повторяет контуры кровли вмещающего пласта, а не лежит в горизонтальной плоскости [4], что лишний раз подтверждает флюидодинамическую природу залежей.

Старые геологические схемы и разрезы, базирующиеся на недостаточном фактическом материале, требуют существенной детализации. Наиболее эффективные результаты для прогноза углеводородного сырья сегодня может дать сочетание геофизических работ и геохимических исследований с использованием предлагаемой методики. Результаты исследований фирмы GORE, которые хорошо согласуются с данными геофизики, несут конкретную информацию о продуктивности тех или иных геофизических структур, определяют контуры их заполняемости углеводородами.

Список литературы

1. Урдабаев А.Т. Локальный прогноз нефтегазовых месторождений на основе эффектов электро-теллурических токов над залежами углеводородов//Доклады Международной конференции. – С.-Пб, 2000. – С.202-204.
2. Герман В.И. Результаты геохимического обследования методом GORE в Надымском районе (ЯНАО, Россия)//Материалы Уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург, 2008. – С. 14-15.
3. Герман В.И. Физико-химические процессы над углеводородными залежами и возможности их диагностики методом GORE//Материалы Уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург, 2008. – С. 14-15.
4. Грищенко М.А. Современные подходы к моделированию насыщенности при создании геологических моделей//Известия вузов. Нефть и газ.- Тюмень, 2008, №3. – С. 4-10.

Сведения об авторах

Паняк С.Г., д.г.-м.н., профессор, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, тел.: +7-343-2576553

Герман В.И., геолог, ПГС ГмбХ Петро Геохим Сервис, г. Нюрнберг (Германия), аспирант, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, тел.: +49-911-4806514

Panyak S.G., professor, Ural State Mining University, Yekaterinburg, phone: +7-343-2576553

German V.I., geologist, PGSH PetroGeochem Service, Nuremberg, (Germany), postgraduate student, Ural State Mining University, Yekaterinburg, phone: +49-911-4806514

УДК 556.3.01:551.73 (571.16)

ОСОБЕННОСТИ ВОДНЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ПАЛЕОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ