

## TUNGSTEN IN BAZHENOVITES OF WESTERN SIBERIAN BASIN

A.A. Potzeluyev, P.I. Lyapunov

Preliminary information on accumulation level and distribution character of tungsten within bazhenovites of Western Siberia basin is presented. Contents of tungsten and other elements were determined by roentgen-spectral, chemical, atomic-emission with IC plasma and spectral methods.

Average content of tungsten is  $23 \pm 5$  ppm (maximum concentrations up to 1100 ppm) with extremely non-uniform distribution ( $V=230\%$ ). W is in association with Sc, eTR, Hf, and has negative correlation with Corg, Mo, V, Ti, Zr, Na. High W concentrations are probably connected with clay minerals (hydromica, etc.) and were accumulated under conditions of oxidation of organic material.

Numerous deposits and some specialised geological formations from folded framing of Western Siberian basin could serve as a source of tungsten, mineralised fluids could also supply the basin at various stages of its development.

УДК: 549.1:53:552.54:553.982

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Тищенко Г.И., Коровкин М.В., Галанов Ю.И., Чернова О.С.

Особенности неоднородности геологического строения палеозойских отложений нефтегазоносных месторождений Томской области отчетливо выделяются на фрагментах разреза скважин по данным сравнительного анализа люминесцентных и радиационно-оптических свойств, изменения вещественного состава и литологических характеристик пород. В совокупности с литолого-петрофизическими и геохимическими исследованиями керна, экспресс-методы генетической и радиационной минералогии уже на начальной стадии их применения позволяют эффективно определять количественные индикаторные характеристики пластов, пачек и горизонтов, что особенно важно в вопросах стратиграфического расчленения мощных палеозойских карбонатных толщ.

В последние годы все большее значение приобретает проблема освоения месторождений с коллекторами карбонатного типа, характеризующимися определенными специфическими чертами геологического строения.

Основной особенностью карбонатных пород - коллекторов является сложность строения порового пространства, обусловленная генетическими причинами, определившими разное сосуществование зерен и матрицы породы. Карбонатные коллекторы в отличие от терригенных имеют значительно меньшую нефтеотдачу, более низкие темпы добычи нефти и характеризуются более высокой обводненностью [1, 2]. Это обусловлено значительной слоистостью и зональной неоднородностью, выраженной наличием и сложной картиной чередования плотных непроницаемых прослоев в мощной карбонатной толще, высокой степенью ее трещиноватости и расчлененности. При этом, большая часть карбонатных коллекторов не имеет активной связи с законтур-

ной областью питания. С другой стороны, крайне высокую степень литологической неоднородности обуславливает резкая изменчивость физико-химических свойств флюидов, насыщающих продуктивный пласт, а также резкое изменение на близких расстояниях фильтрационно-емкостных свойств, нефтенасыщенности и такого параметра как эффективная нефтенасыщенная толщина, как по площади, так и по разрезу.

Повышенная преобразованность палеозойских пород вторичными гипергенными и эпигенетическими процессами затрудняет использование стандартных методов каротажа и требует дополнительных исследований кернавого материала [3]. В связи с этим, особую необходимость приобретает разработка и применение специальных методов и методик, основанных на выявлении генетических структурно-чувствительных свойств пород, которые они приобретают в зависимости от состава, физико-химических и термобарических условий образования и степени эпигенетических преобразований, от приуроченности к тем или иным геолого-тектоническим структурам. К таким методам относятся электрофизические, радиационно-оптические, люминесцентные методы исследования минерального сырья, отличающиеся высокой чувствительностью даже к малейшим изменениям генетических свойств, экспрессностью и информативностью, возможностью обработки данных на ЭВМ и являющиеся перспективными при изучении неоднородных палеозойских карбонатных толщ [4,5].

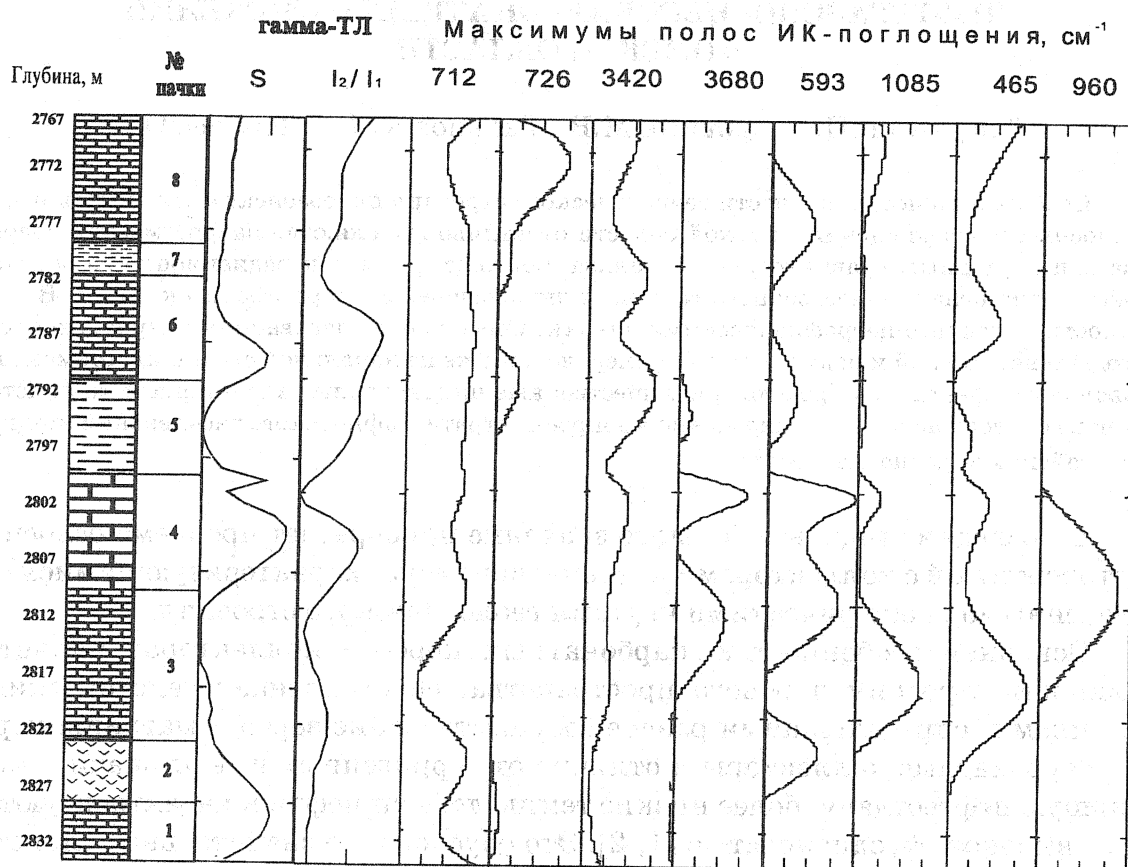


Рис.1. Фрагмент разреза карбонатных толщ палеозойских отложений (Северо-Останкинское месторождение, скв. № 2), построенный по результатам исследований вещественного состава, литологической характеристики и гамма-термолюминесцентных свойств (S-светосумма, I<sub>1</sub>/I<sub>2</sub>- отношение интенсивностей первого и второго пиков гамма-ТЛ)

В данной работе на основе изучения люминесцентных и радиационно-оптических свойств, вещественного состава образцов карбонатных пород, отобранных из керна глубоких скважин, анализируются особенности неоднородного геологического строения карбонатных палеозойских отложений некоторых нефтегазовых месторождений Томской области.

На рисунке 1 представлен фрагмент разреза скважины №2 Северо-Останинского месторождения. В интервале глубин 2827 - 2832 м залегают черные тонкозернистые детритово-шламовые известняки, которые выше перекрываются темно-зелеными хлоритизированными и серпентинизированными порфиритами. На порфиритах залегает четырнадцатиметровый пласт черных тонкозернистых шламовых известняков, которые вверх по разрезу сменяются светло-серыми крупно- и мелкокристаллическими мраморами. Выше залегает восьмиметровый пласт светло-серых глинистых сланцев. На глинистой пачке залегает девятиметровая пачка черных детритово-шламовых известняков, которые снова сменяются вверх по разрезу трехметровой пачкой светло-серых глинистых сланцев. Выше по разрезу располагается мощная пачка черных тонкозернистых детритово-шламовых известняков с обломками криноидей, остракод, брахиопод, пелеципод, спикул губок. По составу исходного материала осадков толща черных известняков однородна, состоит из микрозернистого шлама и органогенного детрита. Выделенные две разности незначительно отличаются по примеси детрита. Распределение детритового материала по разрезу неравномерно.

С помощью математической экстраполяции и графического масштабирования результатов изучения вещественного состава данной карбонатной толщи методом инфракрасной (ИК) спектроскопии, оказалось возможным визуальное сопоставление количественных данных с качественным описанием литологических характеристик разреза. Сравнение этих зависимостей, представленных на рис. 1, подчеркивает тонкую структуру и неоднородность выделенных карбонатных пачек.

В ИК-спектрах детритово-шламовых известняков с примесью органического материала кроме характерных полос ИК-поглощения 1420, 872, 712  $\text{см}^{-1}$ , приписываемых карбонату кальция, отмечается "доломитовая" полоса 726  $\text{см}^{-1}$  и целая серия полос в области 3200 - 3700  $\text{см}^{-1}$  поглощения ОН - групп. Изменение интенсивности полос 872 и 712  $\text{см}^{-1}$  происходит практически синхронно. Доломитизация отмечается, в основном, в некоторых зонах контакта литологически выделенных разностей пород. Синхронно с "доломитизацией" изменяется полоса 3420  $\text{см}^{-1}$ , связанная с колебаниями гидроксильных групп (Н-О-Н валентные колебания), ассоциированных с карбонат-ионом [6].

Полоса 3680  $\text{см}^{-1}$  возможно обусловлена колебаниями структурных ОН - групп, ассоциированных с  $[\text{SiO}_4]$  - тетраэдрами, входящих в состав глинистых минералов (каолинита), так же как и полосы 1085  $\text{см}^{-1}$  и 593  $\text{см}^{-1}$  (О-Si-(Al)-О-деформационные колебания), имеющие между собой почти прямую корреляцию. Некоторое сходство с поведением этих линий имеют еще три полосы - 513, 465 и 795  $\text{см}^{-1}$ , которые являются характерными для  $\alpha$  - кварца и приписываются колебаниям Si - О - Si связей. При изоморфном замещении кремния трехвалентными ионами алюминия в тетраэдрической позиции наблюдается смещение Si - О валентных колебаний в результате возрастания среднего рас-

стояния (Si, Al)- O, которым соответствует полоса  $960\text{ см}^{-1}$ . Полоса  $1020\text{ см}^{-1}$  обусловлена Si - O валентными колебаниями в каолините [7].

В ИК-спектрах, таким образом, отражаются сложные процессы изоморфных замещений, обогащения глинистыми минералами (каолинитизации), проявление доломитизации и окремнения, которые достаточно определенно характеризуют условия преобразования пород и служат отличительным признаком пачки или пласта. Неоднородность строения толщ черных детритово-шламовых известняков (пачки 3, 6, 8) отражается в изменении степени карбонатности, доломитизации и окремнения. Особенно отчетливо выявляются изменения пород в зоне контакта мраморов с глинистыми сланцами (пачки 4 и 5). Такая характеристика может служить в качестве репера и при корреляции карбонатных отложений, вскрытых близко расположенными скважинами.

Для возбуждения минеральной "памяти" карбонатных пород нами использовалось облучение образцов ионизирующей радиацией (гамма-квантами), что позволило разделить их по параметрам температурных зависимостей термовысвечивания, которые отражают специфику условий осадконакопления. На возможность использования гамма-термолюминесценции ( $\gamma$ -ТЛ) для целей стратиграфии и корреляции разрезов впервые указал Д.Саундерс [8], подчеркнувший, что кривые  $\gamma$ -ТЛ отражают условия напластования известняков и могут быть использованы при корреляции карбонатных пачек как на малых, так и на больших расстояниях. Экспериментальная корреляция разрезов методом  $\gamma$ -ТЛ согласуется с корреляцией по фаунистическим данным, что может быть применено при расчленении карбонатных пачек на тонкие пласты [9]. В горизонтальном направлении в пределах одного слоя характер ТЛ не меняется, даже на расстояниях литофации слоя [10], что дает возможность проводить корреляцию слоев, вскрываемых скважинами. В работе [11] показано, что каждый разрез имеет определенную последовательность в смене форм кривых гамма-ТЛ; границы между горизонтами, установленные по фауне, всегда совпадают с резкой сменой характера гамма-ТЛ, что свидетель-

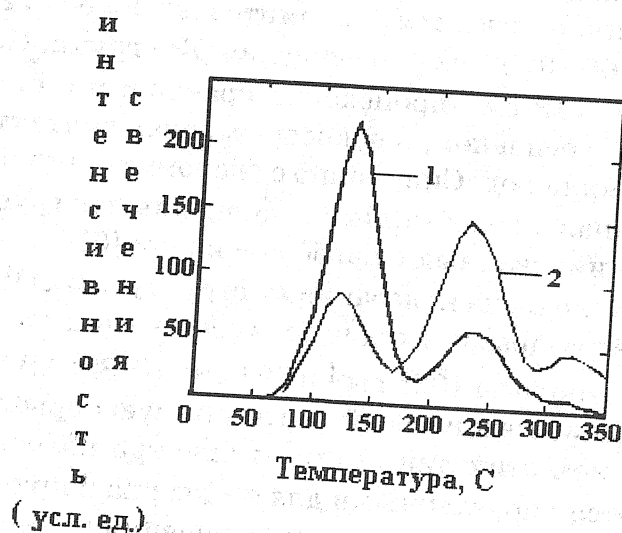


Рис.2. Гамма-термолюминесценция чистого (1) и доломитистого (2) известняков. С увеличением доломитизации уменьшается интенсивность первого пика свечения и возрастает свечение второго пика

ствуется о правомерности данного метода для уточнения стратиграфических границ, даже при отсутствии фауны. Высокая разрешающая способность метода для стратиграфической корреляции установлена в "немых" карбонатных толщах на локальных структурах [12], где пока бессильны сейсморазведочные методы.

Индивидуальные различия известняков отражаются в характере кривых гамма-ТЛ (рис.2). Тип кривой гамма-ТЛ определяется условиями осадконакопления в целом и рядом физико-химических показателей, характеризующих породу. Глинистость, вторичная доломитизация, наличие микроэлементов-тушителей люминесценции - эти факторы снижают интенсивность свечения. Повышенная радиоактивность пород, присутствие микроэлементов-активаторов люминесценции повышает интенсивность свечения [13]. По данным [14], отношение величины пиков  $I_2 / I_1 > 1$  на кривых гамма-ТЛ свидетельствует об увеличении доломитизации известняков.

Практически все пики свечения не являются элементарными, они определяются совокупностью и набором дефектов (центров захвата электронов и центров свечения), характерных для определенного образца, и отражают различие генетических свойств известняков. Вариации величины интегральной светосуммы  $S$  имеют большое сходство с характером изменения вещественного состава, полученного методом ИК-спектрометрии, и литологическим описанием разреза (рис.1). Резко выделяются приконтактные области (пачки 4 и 5). На фрагменте разреза скважины по высоким значениям светосуммы ( $S$ ) выделяются участки, характеризующиеся повышенными интенсивностями свечения, что, видимо, отражает усиление процессов перекристаллизации и метаморфизма в этих зонах.

Особое внимание следует обратить на термолюминесцентную характеристику зоны контакта известняков с глинистыми сланцами (пачки 5 и 6). Этот участок практически не выделяется по литологическому описанию или вещественному составу, но отличается не только высокими значениями ТЛ светосуммы, но и интенсивным свечением как первого, так и второго пика на кривых гамма-ТЛ. Многоуровневая математическая обработка по критериям в доверительном интервале позволила выделить в изолиниях этот образец (пласт, слой) среди люминесцирующих карбонатных пород в разрезе, хотя физические причины, вызвавшие такую аномалию, еще не ясны. Тем не менее, именно природа, физические причины, обусловившие проявление тех или иных свойств, служат объективным основанием для выбора признаков и критериев, по которым должны производиться расчленение и корреляция карбонатных отложений, оценка степени их преобразования и генетических особенностей.

Изменения термолюминесцентных характеристик по разрезу скважины вполне согласуются с результатами расчленения пород, сделанного на основании литологического описания. Они также отражают зоны доломитизации (по отношению амплитуды пиков свечения  $I_2 / I_1 > 1$ , пачка № 5 на рис.1) границы литологических разностей пород (например, 4 и 5 пачек), а также более детальные вариации ТЛ - параметров по разрезу. На основе характеристик гамма-ТЛ внутри стратиграфических подразделений целесообразно выделить вспомогательных дробных единиц: гамма - термолюминесцентных ("временных") пачек [12], каждая из которых характеризуется специфическими формами кривых и интенсивностью высвечивания. Постоянство морфологии кривых гамма-ТЛ внутри таких пачек сохраняется даже в случаях значительного



изменения пород под влиянием постседиментационных процессов и может служить объективным критерием, например, при расчленении и корреляции палеозойских толщ. Зачастую уже само установление зоны в разрезе позволяет существенно уточнять сопоставление скважин и даже прослеживать отдельные маломощные горизонты.

Для решения вопросов, связанных с изучением геологической неоднородности традиционно используются комплексные методы исследования, учитывающие данные промысловой геофизики, литологии, физики пласта, подземной гидравлики и т.п. При этом, приоритетным подходом в изучении карбонатных коллекторов является комплексная интерпретация всех имеющихся данных ГИС с изначальной калибровкой результатов интерпретации по керну. В совокупности с литолого-морфологическими, петрофизическими и геохимическими исследованиями кернавого материала, экспресс - методы генетической и радиационной минералогии на начальной стадии их применения позволяют эффективно определять количественные характеристики, которые могут служить индикаторами пластов, пачек и горизонтов в стратиграфических разрезах, или перспективных коллекторов, или реперных горизонтов нефтегазоносности. Особое значение применяемых экспресс-методов состоит в том, что информационные характеристики пород могут быть получены не только по кернавому материалу, но и по шламу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гавура В.Е. Геология и разработка нефтяных и газоконденсатных месторождений. М.:ГП Роснефть, 1995. - 495 с.
2. Багринцева К.И. Особенности строения пустотного пространства карбонатных отложений различного генезиса // Геология нефти и газа. - 1996. - №1. - С.18 - 27.
3. Тищенко Г. И., Тищенко А. В. Проблемы нефтегазоносности Томской области // Природокомплекс Томской области. - Томск, 1995.- Т.1. - С.17-22.
4. Коровкин М.В., Сальников В.Н., Сенаколис А.Ф., Кириенко Г.И. Расчленение карбонатных пород палеозойского фундамента нефтегазовых месторождений Томской области // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых Сибири. - Томск, 1983. - С.90-91.
5. Тищенко Г.И., Галанов Ю.И., Коровкин М.В., Токаренко Г.Г. Особенности расчленения палеозойских карбонатных толщ нефтегазоносных отложений методами гамма-термолюминесценции и инфракрасной спектроскопии / Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Материалы научной конф., посвящ. 120-летию основания Томского гос. ун-та, 1 - 4 апреля 1998 г., г.Томск. - Томск: Изд-во ТГУ, 1998. - Т.2. - С.155-158.
6. Болдырев А.И. Инфракрасные спектры минералов. - М. : Недра, 1976. - 199 с.
7. Плюсина И.И. Инфракрасные спектры минералов. - М.: Изд-во МГУ, 1977. - 174 с.
8. Saunders D.F. TL and surface correlation of limestone // Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist. - 1953. - V.37, № 1. - P. 114 - 124.
9. Parks J.M. Use of TL of limestones for subsurface stratigraphy // Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist. - 1953. - V.37, № 1. - P.125 - 142.

10. Тедер Х. О термолюминесценции карбонатных пород верхнего ордовика Эстонии // Уч. зап. Тартус. ун-та. - 1959. - В. 75. - С. 32 - 40.
11. Тюрин В.Н. Корреляция карбонатных отложений методом гамма-высвечивания // Труды Куйбышевского НИИ нефт. пром - сти. - 1964. - В. 26. - С. 105 - 113.
12. Ильин В.Д., Кленина Л.Н., Румакин В.Н. Гамма-термолюминесцентные исследования нефтегазоносных карбонатных отложений. // Применение люминесценции в геологии. - Екатеринбург, 1991. - С. 52 - 53.
13. Целлер Э. Термолюминесценция карбонатных отложений // Ядерная геология. - М., 1956. - С. 238 - 247.
14. Lewis D.R. The thermoluminescence of dolomite and calcite. // J. Physical Chemistry. - 1956. - V. 60, N5. - P. 698 - 701.

## RESEARCH OF HETEROGENEITY OF A GEOLOGICAL STRUCTURE PETROLEUM BEARING CARBONATE ROCKS OF TOMSK REGION

Summary: The features of heterogeneity of a geological structure Paleozoic carbonate rocks composing oil and gas reservoirs of Tomsk region are clearly allocated on fragments of a cross-section of chinks by the data of the comparative analysis of luminescent and radiation-optical properties, change of material structure and lithological of the characteristics of rocks. In aggregate with Lithologo-petrophysical and geochemical researches core, the express trains - methods genetic and radiating mineralogy already at an initial stage of their application allow effectively to determine the quantitative display characteristics of layers, packs and horizons, that is especially important in questions stratigraphic of a partition Paleozoic carbonate rocks.

УДК: 55:622.276

## СТАДИЙНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОЛОГО- ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Чернова О.С.

В статье рассмотрены новые современные подходы к проблеме построения комплексной геолого-геофизической модели резервуаров нефти и газа. Изложены основные этапы и стадии этого процесса. Определены взаимосвязи между объектами различных уровней. Даны определения элементу и единице потока. Предложена системно-геологическая концепция создания конечной динамической модели резервуара.

На современном уровне геолого-геофизического моделирования используются разнородные материалы, включающие в себя набор разных баз данных (геологических, геофизических, сейсмических, петрофизических и т.д.). Новые подходы по этому вопросу определяют необходимость увязки взаимодействия таких блоков данных, определения их роли, взаимодействия и использования при создании комплексных геолого-геофизических моделей.

Деление процесса создания комплексной геолого-геофизической модели природного резервуара на этапы и стадии предусматривает соблюдение опре-