



## ВЛИЯНИЕ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ НАНОМИНЕРАЛОВ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА И НЕФТЕОТДАЧУ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ

З. Я. Сердюк, И. Ю. Вильковская, В. С. Жужель, Л. И. Зубарева,  
Н. В. Кирилова, О. Н. Стефаненко

Приведены результаты изучения постседиментационного преобразования пород под воздействием глубинного CO<sub>2</sub> и гидротерм, интенсивно выраженных в зонах разломов и оперяющих их трещин. Они проявились в минералого-петрографических, петрофизических и гидрохимических аномалиях состава пород и подземных вод, совпадающих с сейсмическими аномалиями волнового поля. По алюмосиликатной составляющей алеврито-песчаных пород происходят новообразования гидрофобных глинистых наноминералов (нанокаолинита, нанодиккита), улучшающих фильтрационно-емкостные свойства и нефтеотдачу продуктивных пластов. Повышению последней способствует CO<sub>2</sub>, закачка которой применяется в мировой практике нефтедобычных работ.

**Ключевые слова:** *Западная Сибирь, постседиментационные процессы, наноявления, наноминералы, нанохимия, нанотехнология, продуктивные пласты фанерозоя, фильтрационно-емкостные свойства, нефтеотдача.*

## INFLUENCE OF POSTSEDIMENTARY NANOMINERALS ON RESERVOIR PROPERTIES AND OIL RECOVERY OF PRODUCTIVE STRATA

Z. Ya. Serdyuk, I. Yu. Vilkovskaya, V. S. Zhuzhel, L. I. Zubareva, N. V. Kirilova, O. N. Stefanenko

The investigation of postsedimentary rock transformation under the influence of deep CO<sub>2</sub> and hydrotherms heavily pronounced in fault zones and feathering fractures is presented. It is manifested in mineralogic-petrographic, petrophysical and hydrochemical anomalies of rock and subsurface water compositions coinciding with seismic anomalies of wave field. New formation of hydrophobic clay nanominerals (nanokaolinite, nanodickite), improving reservoir quality and oil recovery of productive strata, occurs on aluminosilicate constituent of silty-sandy rocks. Oil recovery is promoted by CO<sub>2</sub>, injection of which is used in the world practice of oil production.

**Key words:** *West Siberia, postsedimentary processes, nanoevents, nanominerals, nanochemistry, nanotechnology, Phanerozoic productive stratum, reservoir quality, oil recovery.*

Прошедшая в конце октября 2010 г. в Москве II Международная конференция «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям» свидетельствует об актуальности поднятых проблем, связанных с повышением извлекаемости нефти и газа из продуктивных пластов разрабатываемых месторождений [8].

Конференция проходила в рамках мероприятий, посвященных 100-летию со дня рождения выдающегося организатора нефтегазовой промышленности Н. К. Байбакова, которого по праву называют нефтяником № 1. Президент Союза нефтепромышленников России, председатель попечительского совета Фонда Байбакова Г. И. Шмаль в своем выступлении перед участниками конференции выразил уверенность в том, что «учет наноявлений в нефтегазовом производстве позволит повысить эффективность добычи углеводородов, положительно скажется на экономике России» [8, с. 20].

Председатель комиссии РАН по нанотехнологиям, лауреат Нобелевской премии Ж. И. Алферов, приветствуя участников конференции, под-

черкнул ее большую значимость. Он отметил, что «доклады посвящены применению наноматериалов и регулированию наноявлений в нефтегазовых пластах, а акцент, что очень важно, сделан на повышении эффективности добычи нефти и газа и рассмотрению сопутствующих вопросов развития нефтегазовой отрасли» [8, с. 19].

Большой интерес участники конференции проявили к докладу А. Я. Хавкина «Международный прогноз развития нефтегазовых нанотехнологий – семинар SPE „Нанотехнологии: исследование практических решений в разработке и добыче как вызов XXI столетия“» (13–16 июня 2010 г., Шарм-эль-Шейх, Египет) [8]. Последующие доклады участников конференции были сделаны на секциях: «Нанохимия нефтегазовых систем», «Наноявления и нанофлюидика в нефтегазовой сфере», «Наноминералогия коллекторов и флюидопоров нефти и газа», «Нефтегазовые нанотехнологии», «Наноматериалы и охрана окружающей среды в нефтегазовой сфере», а также в стендовых докладах. Весьма интересны были сообщения ученых Азербайджана по нанотехнологиям.

Следует отметить, что во многих докладах большое внимание уделялось нанотехнологиям и их связи с геологическим строением и минера-



лого-петрографическим составом продуктивных пластов. Так, например, З. Я. Сердюк в своем докладе «Роль глинистых наноминералов при поисках и разведке месторождений углеводородов» [12] детально охарактеризовала постседиментационные преобразования пород, происходящие под влиянием тектонических, термодинамических и гидротермальных факторов, которые приводят к многочисленным наноявлениям, влияющим на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) и нефтеотдачу пластов. Особенно интенсивно в этих процессах задействованы новообразованные глинистые, карбонатные и кварцевые наноминералы. Все эти наноявления в наноминералогии и нанохимии должны быть учтены при разработке рецептуры буровых растворов, т. е. нанотехнологии для повышения нефтегазоотдачи продуктивных пластов. В ходе эксплуатации скважин последняя может снижаться и даже прекращаться.

Многолетний опыт комплексного изучения условий осадконакопления, минералого-петрографического состава, петрофизических свойств и постседиментационных преобразований в нефтегазоносных породах фанерозоя позволил выявить в них ряд важных наноявлений, влияющих на ФЕС и нефтеотдачу продуктивных пластов. Особенно четко они выражены в наноминералах глинистой, карбонатной и кремнистой составляющих пород. Главные причины их возникновения – тектонический фактор и глубинные флюидодинамические процессы, воздействующие на физико-химические реакции, происходящие в системе «нефть – газ – вода – порода».

В последнее десятилетие появилось много публикаций о роли наноразмерных (1–100 нм) явлений в разных областях науки [15 и др.]. Специалисты по физико-химии относят к нанонауке и нанотехнологиям такие очень важные для нефтегазодобычи технологии, как регулирование смачиваемости, межфазного массообмена и состояния ультрадисперсных систем (глинистых, карбонатных, кремнистых наноминералов, пленок жидкостей на поверхности, мицеллярных растворов). Учитывая их мнение, следует признать, что многие технологии, регулирующие вытеснение нефти из пористых сред (т. е. технологии, целенаправленно регулирующие наноявления), применимы при добыче нефти и газа.

Академик Р. Х. Муслимов отмечает, что нефтеотдача постоянно снижается вследствие подбора технологий разработки и методов увеличения нефтеотдачи пластов, неадекватного реальному геологическому строению. Если все останется на современном уровне, добыча нефти будет только падать, поэтому и необходимы модернизация и инновационное развитие отрасли. Нужно усилить геолого-геохимическое изучение залежей на наноуровне и продолжить разработку нанотехнологий для более полного извлечения нефти [8].

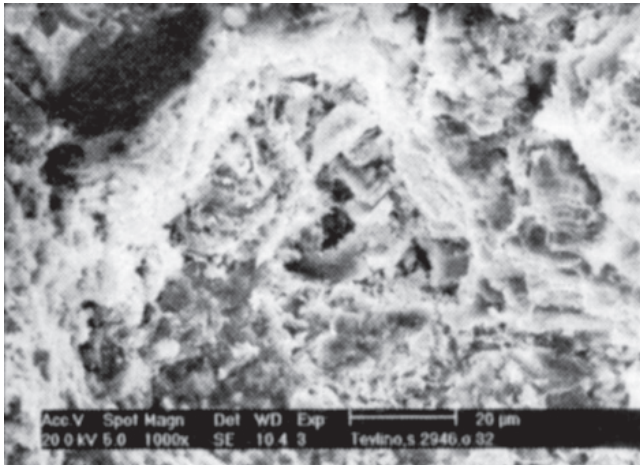
При поисках зон развития благоприятных пород-коллекторов и приуроченных к ним залежей углеводородов по возможности привлекаются все геолого-геофизические материалы. В первую очередь изучаются литолого-стратиграфические особенности разрезов, в них выделяются наиболее перспективные объекты для поиска продуктивных пластов в сочетании с благоприятными флюидоупорами (покрышками). Затем с учетом фациальных условий осадконакопления прогнозируются наиболее вероятные типы ловушек. Если на локальном поднятии пробурены одна или две-три глубокие скважины, то выделение и обоснование перспективных объектов для поиска залежей углеводородов значительно облегчается. В этом случае используются результаты комплексного изучения керн пробуренных скважин: полевые описания пород, их литолого-петрографический, минералогический составы и петрофизические свойства, условия осадконакопления и постседиментационного нанопреобразования пород, степень тектонической нарушенности и др. Одновременно в полном объеме изучаются материалы ГИС и производится их увязка с петрографо-минералогическим составом и коллекторскими свойствами, сведениями о продуктивности пород, вскрытых глубокими скважинами. Результаты исследований сопоставляются с данными площадной сейсморазведки и на этой основе определяются первоочередные стратифицированные объекты поиска залежей углеводородов и рекомендуются точки для заложения поисково-разведочных скважин.

В случаях когда на локальном поднятии, выявленном по результатам площадной сейсморазведки, не пробурено ни одной глубокой скважины, прогноз первоочередных объектов поиска залежей УВ в его пределах осуществляется по данным геолого-геофизической интерпретации сеймопрофилей с привлечением всех материалов по изучению разрезов глубоких скважин на сопредельных площадях.

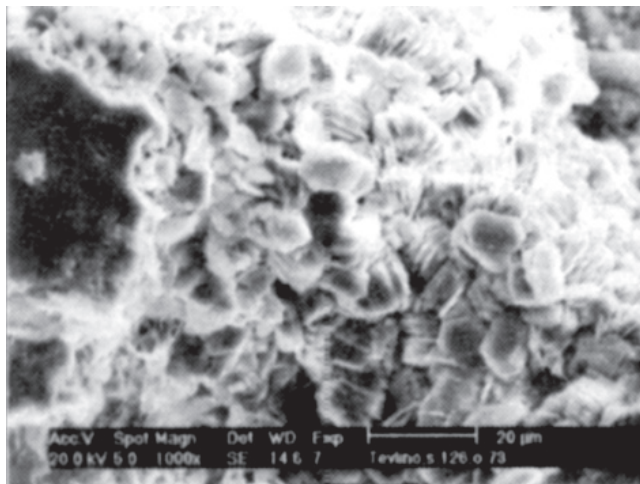
Как известно, на сеймопрофилях выделяют участки с аномальной картиной волнового поля. Природа их не всегда понятна. Наряду с этим на хорошо разбуренных площадях в разрезах некоторых скважин на разных стратиграфических уровнях прослеживаются минералого-петрографические, петрофизические и гидрохимические наноаномалии. Они обусловлены разломной тектоникой, гидротермальными и постседиментационными процессами, которые отражаются на составе и свойствах пород продуктивных пластов [6, 7, 10, 11, 13]. Как показали наши исследования, большинство сейсмических наноаномалий также приурочено к тектоническим нарушениям и оперяющим их трещинам. Пространственно они совпадают с минералого-петрографическими, петрофизическими и гидрохимическими наноаномалиями. Тектонические нарушения не только способствуют



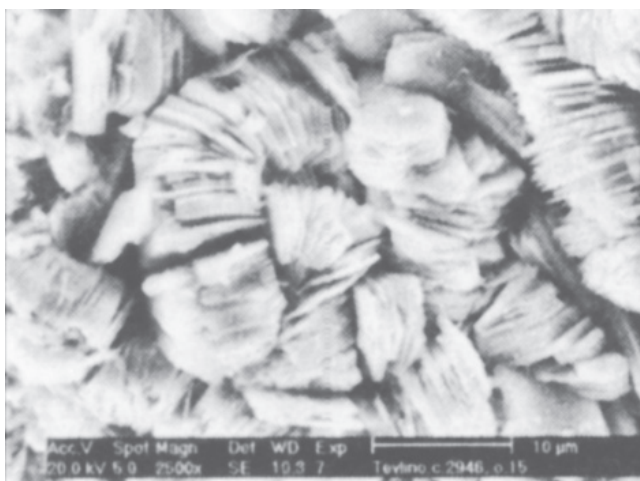




**Рис. 3.** Полное разложение зерен калиевого полевого шпата, пора выполнена каолином и гидрослюдой (Тевлинско-Руссинское месторождение, скв. 2946, обр. 32)



**Рис. 4.** Деформированные, частично расщепленные пакеты каолинита в межзерновом пространстве (Тевлинско-Руссинское месторождение, скв. 126, обр. 73)



**Рис. 5.** Структура глинистого агрегата: каолинит, деформированный «книжный домик» (Тевлинско-Руссинское месторождение, скв. 294, обр. 15)

Предотвратить это наноявление можно закачкой  $\text{CO}_2$  в пласт. Для этого необходима разработка соответствующей нанотехнологии, тесно связанной с минералого-петрографическим составом про-

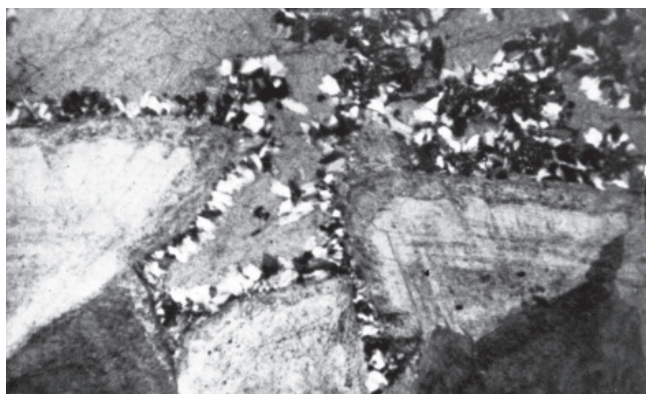
дуктивного пласта и с направленностью происходящих в нем постседиментационных процессов. Интенсивность последних во многом зависит от состава и степени тектонической нарушенности пород, состава подземных вод и глубинных газовой-жидких флюидов, мигрирующих по разломам, и от термодинамических условий продуктивного пласта. При отсутствии транзита продуктов растворения и выщелачивания преобразуемой исходной породы происходит смена условий на щелочные, что приводит к новообразованиям аутигенного кварца и различных карбонатов (кальцит, доломит, анкерит, магнезит, сидерит). Они облекают обломочные зерна (в виде каемок), выполняют поры, пустоты и трещинки, образуют карбонатные цементы базального типа [13]. Все это резко снижает ФЕС пород, способствует формированию в песчаных пластах плотных массивных прослоев («плитняка»-неколлектора).

Минералого-петрографические и петрофизические наноаномалии удивительным образом совпадают с гидрохимическими [10, 11]. Суть последних сводится к тому, что в солевом составе подземных вод резко увеличивается содержание гидрокарбонат-иона  $\text{HCO}_3^-$  и уменьшается количество  $\text{Ca}^{2+}$ -иона. Все компоненты солевого состава подземных вод, подверженные инверсионным изменениям, относятся к карбонатной системе ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$ ). Сдвиг равновесия в ней происходит в результате дополнительного поступления глубинной углекислоты. Особенно существенно преобразуются Ca-плагиоклазы и другие Ca-, Fe-, Mg-содержащие минералы. Освободившийся при этом  $\text{Ca}^{2+}$ -ион вступает в реакцию с  $\text{CO}_2$ , образуя  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaFeCO}_3$ ,  $\text{CaMgCO}_3$ , которые заполняют поры и трещины в породах, ухудшая их емкостные свойства [9]. В таких условиях образуются вторичные карбонатные (кальцит-доломит-анкерит-сидеритовые) цементы в алеврито-песчаных породах пласта; плотность их возрастает до 2,75–2,85 г/см<sup>3</sup>. Углекислота не только поступает с глубины во разломам в тектонически активных зонах, но и может быть генерирована мощными карбонатными толщами палеозоя, широко развитыми в Западной Сибири [13, 14].

При дроблении, брекчировании и подвижках тектонически нарушенных карбонатных пород осуществляется их сильный разогрев. Теоретически установлено, что из 100 кг  $\text{CaCO}_3$  образуется 56 кг CaO и 44 кг  $\text{CO}_2$ . На разложение 1 кг  $\text{CaCO}_3$  требуется около 425 ккал энергии. Генератором тепла может быть либо магматический очаг (глубинный или контактовый), осложняющий карбонатную толщу, либо тепло тектонических подвижек и напряжений. Кроме того, тепловой эффект возникает и в ходе реакции окиси кальция с водой с образованием гидрооксида кальция (до 277 ккал). Этот природный процесс напоминает гашение извести в быту и довольно часто происходит в карбонатных породах. Встречающиеся в скважинах и об-



**Рис. 6.** Поры растворения и выщелачивания в доломите, выполненные новообразованным кристаллическим нанокаолинитом (гексагональные таблочки), D<sub>2</sub> (Новосибирская область, Малоичская скв. 2, инт. 2848,6–2848,2 м, РЭМ)



**Рис. 7.** Постседиментационное кремнение метасоматического доломита. Поры залечены вторичным микрокварцитом (Малоичская скв. 2, инт. 2918,0–2924,0 м, шлиф)

нажениях отбеленные известняки и доломиты нередко ошибочно связывают с предполагаемыми «корами выветривания» или стратиграфическими перерывами в осадконакоплении, хотя на самом деле это результат углекислой гидротермальной проработки карбонатных пород в тектонически нарушенных зонах [10, 11].

Исследованиями установлено, что описанные процессы имеют дифференцированный импульсивный и многофазовый характер вследствие миграции глубинных растворов и газов. Они теснейшим образом связаны с одновременными фазами тектогенеза разного ранга. Элементы унаследованности в этих процессах прослеживаются довольно часто, что проявляется на сейсмопрофилях и картируется на структурных картах по опорным отражающим горизонтам, тектонически разломным блокам.

Изучение многочисленных сейсмопрофилей МОГТ, особенно в последнее десятилетие, показало, что на них с разной выраженностью выделяются аномалии волнового поля. Они в основном приурочены к тектоническим нарушениям и наблюдаются на разных стратиграфических уровнях. Изучение аномалий волнового поля на сейсмопрофилях ряда нефтегазовых месторождений Западной Сибири (Урненского, Усановского, Новокутумского, Усть-Тегусского, Кальчинского, Северо-Кальчинского, Северо-Демьянского, Салымского, Верх-Тарского, Мыльджинского, Восточного, Малоичского, Малореченского и др.) показало хорошие совпадения большинства из них с минералого-петрографическими, петрофизическими и гидрохимическими аномалиями [10–12, 14].

Наглядным примером сказанного служит совпадение всех видов аномалий (волнового поля, петрофизической, минералого-петрографической и гидрохимической) на Усановском месторождении нефти, приуроченном к гравийно-песчаным породам пласта Ю<sub>1</sub> и верхней части доюрских образований. Последние представлены щебенкой структурного элювия гранитов, андезитовых порфиритов и их туфов. Месторождение разведано пятью скважинами (19, 25, 26, 28, 29), но по керну изучено слабо из-за его низкого поинтервального выхода в скважинах вследствие преимущественно рыхлого состояния пород продуктивного пласта (пески, дресва и т. д.).

Усановская скв. 25 расположена на сейсмопрофиле 87.130.21 в пределах аномалии волнового поля, обусловленной тектоническим нарушением. Оно корнями уходит в доюрские образования и одновременно осложняет отложения юры – неокома. Судя по составу и петрофизическим свойствам пород продуктивного пласта, они претерпели значительные постседиментационные изменения под воздействием гидротермальной деятельности с участием глубинной углекислоты. Алюмосиликатная составляющая доюрских пород и пласта Ю<sub>1</sub> каолинизирована до образования псевдоморфоз гидрофобного каолинита, диккита по гидрослюдистому цементу, обломкам пород и полевым шпатам. В отдельных тупиковых трещинках и порах пород встречаются новообразования нанокальцита и нанодоломита. Цемент рыхлых песчаников и гравелитов представлен аутигенным хорошо раскристаллизованным нанокаолинитом и нанодиккитом. Постседиментационная каолинизация пород приводит к их разуплотнению, разрыхлению, резкому повышению емкостных свойств и нефтеотдачи пласта. В скв. 25 продуктивный пласт вскрыт в интервале 2368,4–2420,4 м; преобладающие значения плотности пород в нем менее 2,15 г/см<sup>3</sup>. Открытая пористость пород пласта 18–25 %, а проницаемость более 100 мД, иногда до 1266,83 мД. Весьма низкие значения остаточной водонасыщенности (<15 %) были определены в





породах пласта. При его испытании ИП получен расчетный приток нефти 354 м<sup>3</sup>/сут.

Для выделения зон трещиноватости и постседиментационного разуплотнения, а также аномалий состава и свойств пород в последнее время используется метод Прони-фильтрации, разработанный в лаборатории прямых и обратных задач сейсмологии Института геофизики СО РАН, возглавляемой Г. М. Митрофановым. Прони-фильтрация направлена на выделение зон поглощения и рассеивания сейсмических волн с возможностями высокого разрешения в частотной и пространственной областях. Суть ее – разложение сейсмического сигнала на синусоиды, затухающие по экспоненциальному закону [2, 3].

В экспериментальных работах, посвященных воздействию углекислой воды на некоторые железо- и алюминийсодержащие минералы, показано, что наличие растворенной CO<sub>2</sub> по сравнению с чистой водой усиливает вынос катионов (Fe, Mn) и С, СО, щелочных земель и почти полностью затормаживает вынос катионов группы алюминия. В раствор переходят в основном щелочные, щелочно-земельные элементы и кремнеземы [9].

Важные и весьма значимые структурные и минеральные преобразования песчаных пород были выявлены в результате следующих экспериментов. После 10 суток гидротермального воздействия под давлением 150 атм при T = 85 °C на породы произошло их разуплотнение и образование дополнительной емкости в результате выщелачивания полевых шпатов и слюд, возросла дефектность в структуре гидрослюд и хлоритов; кроме того, синтезированы новые минеральные фазы – каолинит, кварц и альбит, интенсивное образование которых зафиксировано при T = 135 °C и P = 500 атм. В результате опытов открытая пористость полимиктовых граувакковых песчаников возросла на 2,5–3,5 %, что свидетельствует о принципиальной возможности улучшения качества коллекторов в зонах тектонических нарушений при участии гидротермальных растворов, насыщенных углекислотой. Наличие углекислых растворов на больших глубинах можно считать благоприятным фактором для сохранения коллекторов и формирования дополнительно вторичной емкости, причем источником CO<sub>2</sub> могут служить как ювенильные растворы, так и сами вмещающие породы, обогащенные органическим веществом [9].

В результате испытания давлением 150 атм при T = 85 °C в углекислой среде песчаника из Доронинской скв. 275 (Горловский бассейн, Новосибирская область), содержащего остаточные асфальтово-смолистые вещества в связанном виде, после 10 сут эксперимента битумоиды были переведены в подвижное состояние, все свободное поровое пространство оказалось заполненным жидкой нефтью [9]. Этот результат имеет большое практическое значение, так как в последние годы

учеными ряда стран широко проводятся эксперименты по исследованию нефтеотдачи пластов путем закачки CO<sub>2</sub> для повышения коэффициента извлечения тяжелых нефтей. Эксперименты, которые были проведены на образцах керн и на реальных объектах – месторождениях тяжелых нефтей Ритчи (США) и Уилмингтон (Канада), показали, что под давлением горячего пара с добавлениями CO<sub>2</sub> и других органических растворителей выход битумов существенно увеличивается по сравнению с таковым при нагнетании чистого пара. Повышение нефтеотдачи пластов на нефтяном месторождении Рейнджли (США, штат Колорадо) подтверждает высокую эффективность закачки CO<sub>2</sub> в пласт: после этого текущая добыча нефти возросла на 34,5 % по сравнению с периодом заводнения [16].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бружес, Л. Н.** Нано- и мезопористые коллекторы юрского нефтегазоносного комплекса Среднеобской группы месторождений [Текст] / Л. Н. Бружес, В. Г. Изотов, Л. М. Ситдикова // Матер. II Междунар. конф. «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям». – М., 2010. – С. 228–234.
2. **Выделение** зон порово-трещинных коллекторов для интервала пластов Ю<sub>2</sub>–Ю<sub>4</sub> в пределах северных лицензионных участков Уватского района Тюменской области с использованием Прони-фильтрации [Текст] / Г. М. Митрофанов, Т. В. Нефедкина, Л. Д. Слепокурова, С. Н. Смолин // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: VIII науч.-практ. конф. Т. 2 – Ханты-Мансийск, 2005. – С. 142–154.
3. **Выделение** зон порово-трещинных коллекторов для интервалов пластов Ю<sub>2</sub>–Ю<sub>4</sub> [Текст] / Л. Д. Слепокурова, Г. М. Митрофанов, С. Н. Смолин, З. Я. Сердюк // Геофизика. – 2006. – Спецвыпуск. – С. 71–73.
4. **Гусева, А. Н.** Роль миграции флюидов в самоорганизации коллекторских толщ нефтегазовых бассейнов (на примере Западной Сибири) [Текст] / А. Н. Гусева, Г. Н. Леоненко // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа: Матер. III Междунар. конф. – М.: МГУ, 1999. – С. 82–84.
5. **Изотов, В. Г.** Динамика наноминеральных систем нефтяного пласта в процессе его разработки [Текст] / В. Г. Изотов // Матер. II Междунар. конф. «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям». – М., 2010. – С. 221–223.
6. **Методика** прогнозирования и поиска литологических, стратиграфических и комбинированных ловушек нефти и газа [Текст]. – М.: Недра, 1988. – 271 с.
7. **Мирзоев, Д. А.** Роль глубинных разломов во флюидодинамических процессах формиро-



вания ловушек (залежей) нефти и газа [Текст] / Д. А. Мирзоев, И. В. Истратов // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа : Матер. III Междунар. конф. – М. : МГУ, 1999. – С. 171–172.

8. **Наноявления** при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и геохимии к нанотехнологиям : Матер. II Междунар. конф. – М., 2010. – 430 с.

9. **Предтеченская, Е. А.** Влияние CO<sub>2</sub>-содержащих гидротермальных растворов на коллекторские свойства песчаников в зоне катагенеза [Текст] / Е. А. Предтеченская // Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Томск, 2002. – Т. 305, вып. 8. – С. 62–70.

10. **Розин, А. А.** Преобразование состава подземных вод и пород Западно-Сибирской плиты под воздействием глубинного углекислого газа [Текст] / А. А. Розин, З. Я. Сердюк // Литология и полезные ископаемые. – 1970. – № 4. – С. 102–113.

11. **Розин, А. А.** Преобразование солевого состава подземных вод и минералогического состава пород Западно-Сибирской плиты под воздействием глубинного углекислого газа [Текст] / А. А. Розин, З. Я. Сердюк // Матер. Междунар. геохим. конгр. – М., 1971. – С. 774–775.

12. **Роль** глинистых наноминералов при поисках и разведке месторождений углеводородов [Текст] / З. Я. Сердюк, И. Ю. Вильковская, Л. И. Зубарева [и др.] // Матер. II Междунар. конф. «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и геохимии к нанотехнологиям». – М., 2010. – С. 235–240.

13. **Сердюк, З. Я.** О составе вторичных карбонатов, развитых в трещинах и порах пород фундамента и осадочного чехла Обь-Иртышского междуречья [Текст] / З. Я. Сердюк, Б. Г. Эренбург // Литология и геохимия мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1972. – С. 71–87.

14. **Сердюк, З. Я.** Поиски благоприятных пород-коллекторов и залежей углеводородов в доюрских и юра-неокомских отложениях [Текст] / З. Я. Сердюк, Л. Д. Слепокурова // Геофизика. – 2001. – Спецвыпуск. – С. 113–115.

15. **Хавкин, А. Я.** Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа [Текст] / А. Я. Хавкин. – М., 2010. – 691 с.

16. **Beneditti, M.** Relations eaux-rocks dans des agnifères gréseux profonds (Sondage GPF-Sancerre) [Text] / M. Beneditti, J. Bouleque // Bull. Miner. – 1988. – 111, N 1 – P. 79–88.

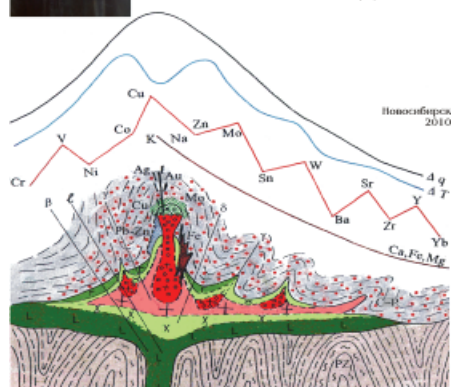
Министерство природных ресурсов и экологии РФ  
Федеральное агентство по недропользованию  
СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В 2010 г. в СНИИГГиМСе вышла в свет монография  
Валентина Леонидовича Хомичева  
«Плутоны – дайки – оруденение».



В. Л. Хомичев

ПЛУТОНЫ –  
ДАЙКИ –  
ОРУДЕНЕНИЕ



Дайки широко распространены на всех континентах, особенно в рудных районах и месторождениях разных типов. В складчатых областях они тесно ассоциируют во времени и пространстве с гранитоидными плутонами. Среди множества их видов повсеместно выделяются три вещественные группы: кислые, средне-основные и лампрофировые дайки. Первые, несомненно, – отщепления плутонов, а генезис вторых и третьих (дайки II этапа, по В. С. Коптеву-Дворникову) до сих пор не определен. С одной стороны, дайки средне-основного состава и лампрофиры не просто ассоциируют с гранитоидами, их кислыми отщеплениями и оруденением, а вплетаются в рудно-магматический процесс, разделяют одновременные его фазы и стадии и являются неотъемлемой частью единой системы. С другой стороны, невозможно объяснить появление диабазов и лампрофиров, имеющих несомненно базальтоидную природу, в самом конце гранитоидного процесса, когда он достиг низкотемпературного минимума. Не решены и такие петрологические противоречия: 1) почему среди плутологических пород преобладают гранитоиды (90%), а среди вулканических – базальты и андезиты; 2) почему гранитоиды считаются внедрениями первичной кислой магмы, а аналогичные им кислые вулканические лавы не дают и считаются, по общему мнению, экструзивными внутрикамерными производными базальтовой лавы?

На основе многолетнего изучения гранитоидного магматизма автор пришел к нетрадиционному выводу о том, что «море» малоглубинных гранитоидов создает лишь видимость самостоятельного масштабного палингенного процесса. В действительности они, как и риодациты среди вулканитов, представляют собой продукт внутрикамерной дифференциации (расслоение, эманационно-кристаллизационная гранитизация – дебазификация) исходной базитовой магмы. Затвердевание таких тел приводит к сосуществованию и одновременному функционированию в камере остаточных очагов кислого расплава в верхней и основного в нижней (большей) частях. Первые были источником гранитных даек и оруденения, вторые – диабазов и лампрофиров.