

УДК 553.98:551.242.51/52(571.5 + 510 + 94)

В.Б.АРЧЕГОВ, канд. геол.-минерал. наук, доцент, grmpi@spmi.ru
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

V.B.ARCHEGOV, PhDr. g.-m. Sci., Assistant Professor, grmpi@spmi.ru
Saint-Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БАСЕЙНОВ ТИХООКЕАНСКОГО СЕКТОРА ЛИТОСФЕРЫ

Проведен сравнительный анализ нефтегазоносных бассейнов молодых и древних платформ Тихоокеанского сектора. Ранее подобный анализ был проведен для платформенных бассейнов Атлантического сектора литосферы. Подчеркнута уникальность строения и нефтегазоносности Сибирской платформы, отличающая ее от других платформ мира.

Ключевые слова: нефтегазоносные бассейны (НГБ), Тихоокеанский сектор литосферы, древние платформы (кратоны), молодые платформы, мезозойские (раннеальпийские – мезозойские) и кайнозойские (позднеальпийские – тихоокеаниды), горно-складчатые области, океанические области, нефтегазоносный, нефтяные и газовые месторождения, солёность, трапповый магматизм, блоки и межблоковые системы, очаги нефтегазообразования, фазовый состав углеводородов, коллекторы, покрышки, ловушки.

PECULIARITIES OF STRUCTURE AND COMPARATIVE ANALYSIS OF OIL-AND-GAS BASINS IN THE PACIFIC SEGMENT OF LITHOSPHERE

Comparative analysis was carried out for oil-and-gas-bearing basins of young and oldland platforms of the Pacific segment. Previously the same kind of analysis had been realized for the Atlantic segment of lithosphere. Obtained results confirm the unique geological structure and oil-and-gas capacity of Siberian platform, by these features it differs from all other cratons in the whole world.

Key words: oil-and-gas basins (OGB), the Pacific segment of lithosphere, ancient platforms (cratons), young platforms, Mesozoic (early Alpid – Mesozoids) and Cainozoic (late Alpid – Pacificides) orogenic-folded areas, oceanic areas, oil-and-gas-bearing, oil-and-gas fields, saltiness, traprock magmatism, blocks and inter-block systems, sources of oil-and-gas-forming, phase composition of hydrocarbons, reservoirs, coverings, traps.

Нефтегазоносные бассейны (НГБ) Тихоокеанского сектора литосферы, выделяемые в пределах платформенных областей, несмотря на относительную индивидуальность их геологических параметров, условий онтогенеза углеводородов (УВ) и неравномерное распределение в недрах ресурсов нефти и газа, в целом обладают значи-

тельным потенциалом минерального и топливно-энергетического сырья. Отличительная черта рассматриваемой территории – огромная площадь, в том числе занимаемая акваториями, нефтегазовые ресурсы которых соизмеримы с таковыми на суше.

Тихоокеанский сегмент ограничен с запада широким поясом разновозрастных и генетически различных сооружений, среди которых выделяются:

- древние платформы (кратоны) с архейско-раннепротерозойским кристаллическим фундаментом;
- молодые платформы на эпигерцинском складчатом основании и примыкающие к ним герцинские горно-складчатые области;
- мезозойские (раннеальпийские) горно-складчатые области (мезозоиды);
- кайнозойские (позднеальпийские) горно-складчатые области (тихоокеаниды);
- океанические области [2].

Древние платформы. Древние Сибирская, Северо-Китайская, Южно-Китайская и Австралийская платформы разделены и ограничены разновозрастными и генетически разнотипными структурами, в силу чего они заметно отличаются друг от друга строением, историей развития и условиями нефтегазоносности.

Сибирская платформа в отличие от всех других древних платформ мира обладает практически сплошным субгоризонтально залегающим осадочным чехлом; более половины его объема сложено рифейскими, вендскими и нижнепалеозойскими отложениями толщиной до 5 км. Платформу отличают также преимущественно карбонатный состав рифейско-среднепалеозойских отложений, высокая соленасыщенность кембрия в центре и на юге платформы и широкомащтабный трапповый магматизм, охвативший в пермо-триасе западную половину платформы. Лишь верхнепалеозойские и мезозойские отложения представлены исключительно терригенными породами.

Преимущественно карбонатные, соленосные и траппонасыщенные породы занимают площадь 2,6 млн км² и обычно выделяются в составе Лено-Тунгусской нефтега-

зоносной провинции (НГП); исключительно терригенные верхнепалеозойско-мезозойские отложения выполняют глубокие прогибы краевых систем и выделяются в составе Хатангско-Вилуйской НГП площадью около 0,6 млн км² [8].

Непрерывность и пологое залегание чехла не позволяют корректно выделять на территории платформы НГБ: общепринято деление ее на провинции и области (НГП, НГО) по структурно-возрастным характеристикам.

Условия нефтегазоносности в названных провинциях существенно различны. В центре и на юге платформы большинство разведанных месторождений и львиная доля ресурсов УВ приурочены к вендским и частично – рифейским продуктивным горизонтам, надежно экранированным соленосной нижнекембрийской толщей; вне области развития этой толщи перспективы нефтегазоносности резко снижаются: на западе (Тунгусская синеклиза) из-за разрушающего влияния траппового магматизма, на северо-востоке (Анабарская антеклиза) – из-за малой мощности чехла и почти полного отсутствия покровов [2, 3].

На Юрубчено-Тохомской площади, в бассейне р.Подкаменная Тунгуска, обнаружено крупнейшее в мире нефтегазоконденсатное месторождение в рифейских отложениях. Нефть и газ (массивная залежь с *блоковым* контролем) приурочены к гипергенно измененным, закарстованным доломитам, несогласно примыкающим к поверхности длительного (сотни миллионов лет) предвендского перерыва. Несмотря на низкую (менее 5 %) пористость матрицы, трещиноватость пород обеспечивает удовлетворительную проницаемость и притоки в первые сотни кубометров в сутки [7].

В терригенных пермских и мезозойских отложениях Хатангско-Вилуйской НГП обнаружены пока относительно скромные газовые ресурсы: в Лено-Вилуйской НГО из-за дефицита и плохого качества покровов, а в Енисей-Хатангской НГО, напротив, из-за практического отсутствия проницаемых песчаников в выполняющих ее глинисто-алевролитовых породах.

На территории Сибирской платформы открыто 65 месторождений УВ, в том числе 20 газовых, 17 газоконденсатных, 4 нефтегазовых, 6 газонефтяных, 16 нефтегазоконденсатных и 2 нефтяных.

Северо- и Южно-Китайские платформы располагаются в пределах обширного центрально-азиатского эпиплатформенного орогена и потому сильно деформированы, а все известные здесь нефтегазоносные бассейны в современном плане представляют собой межгорные депрессии, первоначальное осадочное выполнение которых дополнено мезо-кайнозойскими отложениями, сформировавшимися в период орогенеза [5, 6].

Северная и Южная платформы разделены Наньшанской и Циньлинской складчато-глыбовыми зонами и осложнены рядом изолированных друг от друга бассейнов (межгорных впадин), выполненных рифейскими, палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими породами мощностью 10 км и более; в разрезах бассейнов многочисленны перерывы в осадконакоплении, в частности глубокий пострифейский размыв, а среднепалеозойские отложения обычно отсутствуют. Краевые части бассейнов, как правило, сильно деформированы, а сами бассейны осложнены системами разномасштабных блоков.

Значительная мощность мезокайнозойских отложений обусловила приуроченность основных ресурсов УВ именно к этим отложениям; характерной чертой является озерный их генезис.

На Северо-Китайской платформе крупнейшими являются Ордосский, Северо-Китайский и Желтоморский бассейны общей площадью более 1 млн км², в которых нефтегазоносны триасовые, юрские (ордос) и палеогеновые отложения. Интересной особенностью Северо-Китайского бассейна является промышленная нефтегазоносность рифейских и палеозойских пород на блоковых выступах фундамента, гипергенно измененных в процессе длительного размыва. Ярким примером является месторождение Женцью, на котором нефтеносные эродированные карбонаты рифея примыкают к блоковому поднятию и перекрыты продуктив-

ными же палеогеновыми песчано-глинистыми породами озерного генезиса.

Всего на платформе разведано 155 нефтяных и 20 газовых месторождений; основные ресурсы связаны с Северо-Китайским НГБ [5, 6].

На Южно-Китайской платформе крупнейшими являются бассейны Сычуаньский, Гуанси-Гуйчжоу и Дутинху общей площадью около 0,5 млн км². В них нефтегазоносны триасовые, юрские (Сычуань) и палеогеновые отложения. Всего разведано (в основном, в Сычуаньском бассейне) 22 нефтяных и 60 газовых месторождений.

Интересными особенностями платформы являются соленосность триасовых отложений в Сычуаньском бассейне и проявления траппового магматизма в бассейне Гуанси-Гуйчжоу.

Австралийская древняя платформа занимает центральную и западную части континента, а с востока ограничена молодой Восточно-Австралийской платформой [5].

В пределах суши древняя платформа осложнена несколькими изолированными друг от друга глубокими авлакогенами, выполненными рифейскими, содержащими эвапориты, палеозойскими и мезозойскими отложениями мощностью 8-10 км: Амадиес, Оффисер, Кэннинг и Бонапарт-Галф. Два последних открываются на северо-западный шельф континента и сливаются с полосой приокеанических бассейнов, обрамляющих Австралию с запада и северо-запада. Последние представляют собой группу сложных грабенов и полуграбенов, ступенчато погружающихся в сторону океана и выполненных, в основном, пермскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями (бассейны Броуз, Карпарвон и Перт).

Северная окраина континента осложнена предгорным прогибом Карпентария-Папуа, сопровождающим Новогвинейскую альпийскую складчатую зону; прогиб, внешнее крыло которого залегает на породах фундамента, выполнен мезозойскими и кайнозойскими отложениями мощностью 5-7 км.

Во внутриплатформенных и окраинно-платформенных авлакогенах нефтегазоносность связана с рифейскими, ордовикскими

(Амадиес), пермскими и мезозойскими породами; всего разведано 35 нефтяных и 20 газовых месторождений на площади около 1,5 млн км² [5].

В мезозойских и кайнозойских породах в альпийском прогибе Карпентария-Папуа площадью в 1,5 млн км² разведано пока 4 нефтяных и 16 газовых месторождений.

И, наконец, в группе периокеанических бассейнов на западной и северо-западной окраинах континента общей площадью около 2 млн км², обнаружено более 30 нефтяных и 40 газовых месторождений в пермских и мезозойских породах [5].

Молодые платформы. К ним относятся Гоби-Дунбейская и Восточно-Австралийская.

Гоби-Дунбейская платформа расположена между Сибирской и Северо-Китайской древними платформами. Герцинское складчатое основание ее почти повсеместно сильно переработано мезозойскими горообразовательными движениями, подобно прилегающим с юга древним платформам.

Крупнейшим нефтегазоносным бассейном здесь является бассейн Сунляо площадью около 220 тыс.км², приуроченный к межгорной впадине, выполненной мезозойскими континентальными (большой частью озерными) отложениями мощностью до 9 км. Здесь расположено крупнейшее китайское нефтяное месторождение Дацин в мощном (до 40 м) нижнемеловом песчаном пласте на своде крупного валообразного поднятия.

Всего в бассейне обнаружено 20 нефтяных месторождений [5, 6].

Восточно-Австралийская платформа занимает восточную часть континента, а ее осадочный чехол залегает на эпикаледонском складчатом основании. Плитная часть платформы представлена Восточно-Австралийским внутренним бассейном, выполненным палеозойскими (начиная с девона) и мезозойскими отложениями, в основном континентального генезиса.

Нефтегазоносность здесь связана с девонскими и пермскими отложениями, причем в ресурсах УВ преобладает газ (в пермских отложениях). Всего здесь разведано 87 мелких нефтяных и 53 газовых месторождения [5].

С востока описанная структура ограничена Тасманским орогенным герцинским поясом, вдоль которого протянулся краевой прогиб Боуэн-Сураат площадью 340 тыс.км², выполненный пермскими и мезозойскими терригенными породами мощностью до 7 км. В пермских и мезозойских песчаниках разведано около 100 мелких месторождений, из которых почти 2/3 – газовые.

На юго-западном побережье и шельфе Австралии на палеозойском складчатом основании расположены периокеанические бассейны Гипсленд и Отуэй общей площадью около 250 тыс.км², выполненные, в основном отложениями мела и кайнозоя. Продуктивны здесь песчаники верхнего мела и эоцена, содержащие около 30 нефтяных и 10 газовых месторождений [5].

Заканчивая обзор древних и молодых платформ на западе Тихоокеанского пояса, следует еще раз обратить внимание на их разобщенность и различную историю развития и – в итоге – различные условия нефтегазоносности, затрудняющие проведение нефтегазогеологических параллелей между этими платформами.

Сибирская платформа – сплошной, аномально древний (рифей – нижний палеозой) осадочный чехол, местами сильно соленасыщенный и интродуцированный трапповыми телами [3].

Китайские древние и Гоби-Дунбейская молодая платформы сильно деформированы мезозойским эпиплатформенным орогенезом, превратившим нефтегазоносные бассейны в изолированные межгорные впадины, а продуктивными являются континентальные отложения, накопившиеся во время орогенеза – в мезозое и кайнозое; в то же время более древние платформенные отложения нефтегазоносны спорадически.

Австралийская древняя платформа местами сходна с Сибирской по возрасту платформенных осадков, но в континентальной части ее осадочный чехол заключен в группе разобщенных авлакогенов. Характерной особенностью обеих австралийских платформ в отличие от Сибирской и китайских является формирование группы периокеанических впадин и их нефтегазоносности;

при этом впадины на древнем фундаменте выполнены палеозой-мезозойскими осадками и преимущественно газonosны, а впадины на палеозойском складчатом основании сложены в основном кайнозойскими породами и нефтеносны.

Тем не менее, *все описанные платформы объединяет ярко выраженная блоковость их строения*, наиболее отчетливая на китайских и австралийских платформах, безусловно, контролирующая прямо – структурные и косвенно – литологические, геохимические и гидрогеологические условия нефтегазонасности.

Тектоническая неоднородность бассейнов определяет фациальные обстановки, скорости накопления и мощности осадков, концентрирующих органическое вещество, термодинамические условия генерации, миграции, аккумуляции, консервации и сохранности залежей УВ. В зависимости от типов и свойств межблоковых систем, структурных и литологических параметров блоков; их соотношений на древних и современных планах моделируются и картируются положение и границы продуктивности очагов нефтегазообразования, зон нефтегазонакопления, коллекторы, покрывки и ловушки в пределах систем блоков, особенности сочленения самих блоков – межблоковых систем и зон [1].

Поиск новых типов нефтегазогеологических объектов связан прежде всего с нижними горизонтами осадочного чехла, где наиболее ярко проявляются блоковые движения (отражающиеся в верхних горизонтах пликативными или, вернее сказать, складчатыми структурными формами). И здесь, в нижних горизонтах чехла, новые типы нефтегазонасных объектов, видимо, приурочены к сильно уплотненным толщам, поэтому блоки являются элементами нефтегазогеологического районирования, какими для антиклинальной теории были пликативные структуры [1, 2].

Подчеркнем: разнопорядковые блоковые ограничения разделяют осадочный бассейн на территории с разным стратиграфическим диапазоном нефтегазонасности, разными типами нефтегазонакопления зон и

входящих в них залежей, разным фазовым составом УВ, разными геотермическими и гидродинамическими особенностями и т.д. Отсюда следует необходимость строгой иерархии блоков с последовательным изучением их связей с историей развития бассейна и особенностями нефтегазонакопления [7].

Из приведенного сравнения древних и молодых платформ Тихоокеанского сегмента видно, что особенно выделяется Сибирская платформа [2].

Во-первых, это единственная в мире древняя платформа, обладающая непрерывным осадочным чехлом (кроме относительно небольшой площади Анабарского массива).

Во-вторых, в отличие от китайских и австралийских платформ, где нефтегазонасные бассейны были изначально изолированы друг от друга, в палеозое и мезозое на Сибирской платформе происходила подпитка относительно приподнятых областей (антеклизы) углеводородами из относительно погруженных областей (синеклизы). Повсеместно в мире такая миграция УВ приводила к образованию битумных полей (типа Атабаски). На Сибирской платформе этот процесс ограничился Анабарской и Алданской антеклизами, в пределах которых сосредоточены крупнейшие в России битумные поля.

В-третьих, на площади около 1 млн км² нижекембрийская соленасыщенная толща обеспечила хорошую сохранность залежей нефти и газа, несмотря на древность их формирования и разрушающее воздействие траппового магматизма [4].

В-четвертых, относительная древность формирования углеводородных залежей Сибирской платформы (кроме молодых мезозойских прогибов) обусловила обогащение их различными неуглеводородными полезными компонентами. Они сосредоточены как в самих залежах, так и во вмещающих породах и подстилающих подземных водах (редкие металлы, гелий, сера и др.). Последнее еще больше повышает ценность недр провинций Восточной Сибири и Якутии [2].

Сравнение перспектив нефтегазонасности платформенных областей, выраженное

количественно – в плотностях прогнозных ресурсов (плотности ресурсов УВ в китайских и австралийских бассейнах варьирует от 5 до 20 тыс.т/км²), также отдает пальму первенства Сибирской платформе. В ее пределах общая площадь перспективных земель составляет около 3,45 млн км², в том числе площадь основного пока венд-кембрийского комплекса – 1530 тыс.км². Здесь сосредоточено около 35 % ресурсов УВ всего осадочного чехла платформы. Причем площадь венд-кембрийского комплекса с плотностью менее 10 тыс.т/км² – 1320 тыс.км², а с плотностью более 10 тыс.т/км² – 210 тыс.км², соответственно начальные прогнозные ресурсы составляют 5300 и 5700 млн т УВ. Наибольшие плотности ресурсов – от 20-30 тыс.т/км², иногда до 70 тыс.т/км² – характерны в основном для терригенного коллектора на Ботуобинском, Чонском, Собинском, Дулисьминско-Ярактинском и Верхневиллючанском участках; в наилучших карбонатных зонах Чонского и Верхневиллючанского участков принята плотность 20 тыс.т/км². Значительная часть ресурсов УВ с плотностями свыше 10 тыс.т/км² залегает на глубинах не более 3000 м. Весьма перспективной является Чайндинско-Талаканская зона нефтегазоаккумуляции.

Основная нефтегазоносность связана с рифейскими, венд-кембрийскими и мезозойскими (триас – ранний мел) нефтегазоносными комплексами (НГК), развитыми в Лено-Тунгусской и Хатангско-Виллюйской НПП.

В мезозойских прогибах Хатангско-Виллюйского НПП всеми специалистами единодушно прогнозируется газ, в прочих регионах Лено-Тунгусской НПП платформы – доли нефти и газа прогнозируются в зависимости от условий сохранности.

И в заключение уместно еще раз вспомнить, что промышленная нефтегазоносность рифейских отложений впервые в мировой практике была установлена на Сибирской платформе. В 1973 г. на Куюмбинской площади, расположенной на северном крыле Камовского свода Байкитской антеклизы, при опробовании скв. Куюмбинской-1 получен промышленный приток газа, а в 1976 г. в скв. Куюмбинская-8 – мощный

приток нефти. Это открытие резко изменило парадигму нефтегазопроисковых работ в Восточной Сибири. В начале 80-х годов открыто крупнейшее Юрубченское (Юрубчено-Тохомское) нефтегазоконденсатное месторождение, в котором значительная доля запасов УВ приурочена к верхам рифейской карбонатной толщи [7]. Позднее в сходных условиях в верхах выветрелых рифейских карбонатов, перекрытых палеогеновыми и неогеновыми песчано-глинистыми породами, было открыто крупное нефтяное месторождение Женцью, расположенное на Северо-Китайской платформе [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арчegov В.Б. Концепция блокового строения земной коры и геохимическое моделирование (на примерах древних платформ России) // Первая международ. конф. «Геохимическое моделирование и нефтематеринские породы нефтегазоносных бассейнов»: Тез. докл. / ВНИГРИ. СПб, 1995. С.89.
2. Арчegov В.Б. Блоковая делимость литосферы и полезные ископаемые / В.Б.Арчegov, В.В.Забалуев / ВНИГРИ. СПб, 1999. 106 с.
3. Забалуев В.В. Сравнение условий нефтегазоносности Сибирской и других древних платформ // Проблемы геологии нефти и газа Сибирской платформы / ВНИГРИ. Л., 1982. С.141-165.
4. Забалуев В.В. Влияние траппового магматизма на условия нефтегазоносности Сибирской платформы // Первая международ. конф. «Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ: сравнительная геология, ресурсы и перспективы освоения»: Тез. докл. / ВНИГРИ. СПб, 1996. С.50-51.
5. Карта нефтегазоносности мира масштаба 1:15 000 000: Объяснительная записка / Под ред. В.И.Высоцкого, Е.Н.Исаева, К.А.Клешева и др. / ВНИИЗарубежгеология. М., 1994. 196 с.
6. Ли Го Юй. Геология нефти и газа Китая / Под ред. В.С.Вышемирского; ОИГГМ СО РАН; Новосибирск, 1992. 37 с.
7. Новая модель Юрубченского месторождения / В.Б.Арчegov, Э.А.Базанов, В.В.Забалуев, Г.Д.Кулик // Геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения месторождений нефти и газа Нижнего Приангарья: Сб. докл. всероссийск. конф. / КНИИГТиМС. Красноярск, 1997. С.108-111.
8. Особенности геологии, нефтегазоносности и поисков нефти и газа на Сибирской платформе / В.Б.Арчegov, Э.А.Базанов, В.В.Забалуев и др. // Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ: сравнительная геология, ресурсы и перспективы освоения: Доклады / ВНИГРИ. СПб, 1998. С.88-91.

REFERENCES

1. *Archegov V.B.* Concept of the Earth's crust blocking structure and its geochemical modelling (by example of ancient platforms in Russia) // The First International Conference «Geochemical modelling and petroleogenetic rocks of oil-and-gas basins». Theses of reports / VNIGRI. Saint-Petersburg, 1995, pp.89.
2. *Archegov V.B.* Blocking divisibility of lithosphere and mineral resources / V.B.Archegov, V.V.Zabaluyev / VNIGRI. Saint-Petersburg, 1999. 106 p.
3. *Zabaluyev V.V.* Comparison of the oil-and-gas-bearing conditions between Siberian and other ancient platforms // Problems of the oil-and-gas geology of Siberian platform / VNIGRI. Leningrad, 1982, pp.141-165.
4. *Zabaluyev V.V.* Effect of the trap magmatism upon oil-and-gas-bearing conditions at Siberian platform // Reports of the First International conference «Oil-and-gas-bearing basins of the West-Pacific region and adjacent platforms: comparative geology, resources and prospects of development» VNIGRI. Saint-Petersburg, 1996, pp.50-51.
5. Map of the world oil-and-gas-bearing fields, scale 1:15 000 000. Explanation note / Editors: V.I.Vysotsky, E.N.Isayev, K.A.Kleshchev et al. / VNIIZarubezhgeologia. Moscow, 1994. 196 p.
6. *Li Go Yui.* Oil-and-gas geology of China / Edit. V.S.Vyshemirsky / OIGGM (Sib. Div. of the RASc.). Novosibirsk, 1992. 37 p.
7. New model of the Yurubchenskoye oil-and-gas field / V.B.Archegov, E.A.Bazanov, V.V.Zabaluyev, G.D.Kulik // Geological structure, oil-and-gas-bearing capacity and prospects of oil-and-gas fields development in the low Angara river region. Reports of the All-Russian conference / KNIIGGiMS. Krasnoyarsk, 1997, pp.108-111.
8. Peculiarities of geology, oil-and-gas-bearing and prospecting of oil and gas at Siberian platform / V.B.Archegov, E.A.Bazanov, V.V.Zabaluyev et al. // Oil-and-gas-bearing basins of the West-Pacific region and adjacent platforms: comparative geology, resources and prospects of development. Reports of the Conference / VNIGRI. Saint-Petersburg, 1998, pp.88-91.