

УДК 553.982.061.33

В.А.Краюшкин¹

ДРЕВНЕЙШИЕ ГЕОБЛОКИ МИРОВОГО ВЗМОРЬЯ – ЩИТЫ: ИХ РЕЛЬЕФ, МОЛОДОЙ ТЕКТОНО- МАГМАТИЗМ, СОВРЕМЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Традиционно щиты рассматриваются как “мертвые”, стабильные сегменты континентальной литосферы Земли. Однако, их дизъюнктивная активность, магматизм, сейсмичность и нефтегазоносность, которые имели место много миллионов лет после докембрийского времени, не позволяют поддерживать вышеупомянутую точку зрения.

На пути к современным представлениям о геологическом строении и происхождении материкового взморья в Мировом океане первый, по-видимому, шаг сделал еще в 1596 г. А.Ортелиус, кто, изучая очертания континентов, пришел к выводу, что обе Америки были некогда “оторваны” от Африки и Европы. Более чем 250 годами позднее эта же идея была опубликована А.Снайдером-Пеллерьини, в 1908 г. – Ф.Тейлором и Г.Бейкером, а в 1912 г. – А.Вегенером. Эти ученые принимали во внимание такие ясные и убедительные факты, как идентичные виды фоссилий и структура побережья Африки и Южной Америки; фоссилии, свидетельствующие о драматических изменениях климата на некоторых материках; подводный горный хребет в Атлантике на полпути между Америкой, Африкой и Европой. Несмотря на это, идея дрейфа континентов нарушала догму тех времен. Авторы этой идеи считали фантазерами или дуралеями, сбивающими с толку ученых нелепыми, абсурдными измышлениями. Только через 400 лет после Ортелиуса появилась концепция современной плитовой тектоники, которую сформулировали в 1968 г. Г.Хесс и Р.Дитц. Согласно данной концепции, дрейф континентов начался 200 млн лет назад после дизъюнктивного развала Пангеи на Лавразию и Гондвану. В юрское (135 млн лет назад) время последние уже отдрейфовали друг от друга; между ними возник широтный Мезогейский океан; от Гондваны обособилась Индия и двинулась на север, к будущей Евразии. В мел / палеогеновое время (65 млн лет назад) от Гондваны отделилась и начала отдаляться на запад Южная Америка. Возникла Южная Атлантика. От Гондваны откололась и двинулась на север – северо-восток Австралия. Северная Америка отсоединилась от Лавразии и “поплыла” в запад-северо-западном направлении, оставляя позади Евразию. Несколько позднее все ныне известные материки заняли свое современное положение, омываясь Атлантическим, Индийским, Северным Ледовитым и Тихим океанами. В результате, на внешнем периферийном обрамлении ныне-

¹© В.А. Краюшкин

¹ Институт геологических наук НАН Украины

пных океанов оказались и щиты: вокруг Атлантики – Антарктический, Африканский, Балтийский, Бразильский, Гвианский, Гренландский, Канадский и Украинский; вокруг Индийского – Австралийский, Антарктический, Аравийский, Африканский и Индостанский; вокруг Северного Ледовитого – Анабарский, Балтийский, Гренландский и Канадский, вокруг Тихого океана – Алданский, Антарктический и Сино-Корейский (рис. 1). Они являются древнейшими главными тектоническими элементами строения континентальной земной коры на пассивных окраинах мирового материкового взморья, отделяясь друг от друга межщитовыми зонами фанерозойской седиментации и орогенеза, уходящими в океан, и скрываясь под ними. В геологии щитов утвердилось мнение, что они навечно превратились в жесткие, стабильные мегаблоки континентальной кристаллической земной коры, которым не присущ ни молодой тектономагматизм, ни современная сейсмичность, ни промышленная нефтегазоносность. Тем не менее, результаты многих исследований свидетельствуют об ином, и это видно из нижеследующего.



Рис. 1. Схема глобального размещения промышленной нефтегазоносности щитов и кристаллического фундамента осадочных бассейнов [6].

1 – щиты и кристаллические массивы, 2 – орогенные пояса и области, 3 – материковые осадочные бассейны, 4 – промышленные месторождения с запасами нефти и газа частично или полностью в породах щитов и кристаллического фундамента осадочных бассейнов, 5 – нефтегазопроявления на щитах

Наибольшая обнаженная часть Австралийского щита (см. рис. 1) находится на западе Австралии (Западное плоскогорье со средними высотами 300 м). Это древний пенеплен, сложенный кристаллическими породами докембрия, местами осложненный останцевыми массивами большей высоты. На западе щита располагаются возвышенности Хаммерсли (1200 м) и Ашбёртон с горой Брус (1220 м) в верхнем междуречье рр. Ашбёртон и Гаскойн. В восточной части Западноавстралийского щита возвышаются докембрийские кристаллические массивы-горы Джемса, Мак-Доннелл (1470 м), Масгрейв (1470 м), Рейнолд, Роулинсон, Странгуэй (1500 м) и др. На юго-западе Западного плоскогорья-плато круто к узкой прибреж-

ной равнине обрывается хребтом Дарлинг (550 м), на севере переходит в слабо гористое плато Кимберли, а на остальной территории щита представлено невысоко приподнятым над уровнем моря плоскогорьем, слабо расчлененным эрозионной сетью и созданным либо денудацией, либо тектоникой, (Большая Песчаная пустыня, пустыня Гибсона, Большая пустыня Виктория и равнина Наллалбор у побережья Большого Австралийского залива).

Австралийский щит не монолитен и состоит из многих тектонических блоков. Самые крупные из них – это Йилгарн, богатый промышленными залежами бокситов, Пилбара с разрабатываемыми залежами железных руд и Кимберли, известные находками алмазов, бокситов и золота в земных недрах на севере шт. Западная Австралия [10, 67]. Йилгарн и Пилбара сочленены друг с другом по широтному региональному разлому и совместно образуют Западноавстралийский щит, отделенный от блока Кимберли полосой каледонид Фицрой-Кэннинг, погребенных под широким седиментационным прогибом Кэннинг. В Большой Песчаной пустыне шт. Западная Австралия, на большом участке в окружении древнего массива Кимберли беспорядочно сосредоточено множество алмазносных трубок взрыва, возраст которых варьирует в диапазоне от 1800 до 20 млн лет [10]. Молодой тектономагматизм отмечен и на востоке Австралии, в штатах Виктория, Квинсленд и Новый Южный Уэльс. Например, в осадочном бассейне Боуэн-Сурат площадью 360 тыс. км², что на территории двух последних, кайнозойские базальты прорывают погребенный здесь щит и всю супракрустальную осадочную толщу, венчая вместе с латеритами стратиграфический разрез [20, 26, 67]. В юго-восточном углу этого же континента, где сочетаются горные сооружения, седиментационные прогибы и один из блоков Австралийского щита, залегают на южном окончании пояса мезозой-современных базальтоидов плейстоценовые щелочные базальты шт. Виктория с мантийными ксенолитами. Ими являются шпинелевые лерцолиты со многими первичными флюидными включениями (ПФВ), содержащими до 6 г/т алифатических углеводородов (УВ) с $\delta^{13}\text{C} = -28,9 \text{ ‰}$ [59]. Западноавстралийский щит отделяется от Индийского океана очень узкой (20-50 км, на широте Карнарвона – 240 км), но весьма длинной (более 1000 км) материковой полосой Карнарвонского бассейна. Его восточной границей служит выклинивание осадочной толщи на щите, и в этой зоне выклинивания 280 км севернее порта Карнарвон открыто газонефтяное месторождение Раф Рейндж, а 560 км юго-юго-восточнее Карнарвона – газонефтяное же месторождение Донгара. Первое из них находится в 105 км от западной границы блока Пилбара, а второе – в 65 км от западной границы блока Йилгарн [26, 27].

Алданский щит располагается почти полностью в Забайкалье, занимаемая площадь с горным рельефом, обусловленным Алданским (650–1000 м) плоскогорьем, Олекмо-Чарским (1500–2900 м), Становым (1500–2412 м, дл. 700 км, шир. 120–180 км) и другими нагорьями, а также хребтами – Байкальским (2673 м), Баргузинским (2724), Джугджур (1200–2000), Приморским (1000–1500), Хамар-Дабан (2384), Яблоновым (1600–1800 м,

дл. 1000 и шир. 20–120 км), Колымским (Гыдан, 1800–1900 м) и др. Южная часть Колымского хребта вытянута вдоль побережья Охотского моря и круто обрывается в его сторону. Алданский щит не был постоянно стабильным. Его южную часть пересекает широкая полоса узких линейных асимметричных или односторонних грабенов мезозойского возраста, которые являются частью Южноякутского рифта и заполнены преимущественно юрской и нижнемеловой вулканогенно-осадочной континентальной толщей. Среди ее вулканитов выявлены базальт-липаритовые серии, трахиандезиты, трахибазальты, трахилипариты и щелочные эффузивы. Из этого видно, что Алданский щит 365–405 млн лет после его образования превращался неоднократно в чрезвычайно активную зону рифтогенеза с ярким, мощным вулканизмом и сейсмичностью на несколько десятков миллионов лет, а также с алмазонасным кимберлитовым магматизмом. Кроме того, на Алданском щите находится и оз. Байкал, простирающееся вдоль западной границы щита и вместе с Баргузинской, Чарской, Тункинской и Хубсугульской (Монголия) депрессиями располагающееся в Байкальском рифтовом поясе. Образование его различных структур началось в олигоцене, т.е. около 30 млн лет назад, и все еще продолжается. Об этом свидетельствует современная сейсмичность: в Байкальском рифтовом поясе время от времени и ныне происходят землетрясения силой до 9–10 баллов [20, 41]. У восточного же берега Байкала, на участке от устья р. Селенга до устья р. Баргузин, известно месторождение озокерита и нефти в четвертичных рыхлых озерных отложениях и архейских гнейсах, вскрытых многими шурфами и скважинами, а в ПФВ лерцолитов из Байкальского рифта выявлено до 3 г/кг метана [4, 15].

Анабарский щит, или кристаллический массив выражен в рельефе сильно и глубоко расчлененным нагорьем (высота в центре до 500–600 м и более) в среднем и верхнем течении р. Анабар, а также в верховьях рек Попигай, Котуйкан (бассейн р. Котуй) и Арга-Сала (бассейн р. Оленек). Щит сложен архейскими гнейсами и кристаллическими сланцами, прорванными мезозойскими и кайнозойскими гранитными и трапловыми интрузиями, а по периферии спокойно, но трансгрессивно перекрыт кембрийскими песчаниками и известняками. Со временем траплового магматизма связывают здесь образование Оленекского уникально громадного (более 1 млрд т) месторождения нефтяных битумов в виде асфальта, асфальтита и нефти, миграция которой также происходила, по-видимому, и в конце палеозоя. Сейчас ее следы имеют вид керитов и коксоподобных веществ [8, 19, 20].

Антарктический докембрийский щит – это вся Антарктида, высокогорный материк, отколовшийся 70 млн лет назад от Гондваны и покрывшийся 30 млн лет назад льдом на 99 % своей площади. Средняя высота материка над уровнем моря 2440 м, наибольшая – 4900 м (массив Винсон). Ледовый куполовидный щит Антарктиды имеет среднюю толщину, равную почти 2000 м и наибольшую – 4760 м. В нем – 90 % льда Земли и 70 % ее пресной воды. Подледниковый ландшафт сильно расчлененный. Там имеются горы, горные цепи и хребты, высокогорные плато,

например, Бельгийское, Восток, Гамбурцева (2898 м), Резолюши и др., впадины и трюги Аврора, Астролябия, Венсенн, Террор, Уилкс и др., а также около 77 подледниковых озер. В их числе и оз. Восток глубиной 265-745 м, которое может представлять собой затопленную водой рифтовую долину подобно оз. Байкал или оз. Ньяса-Малави (Восточная Африка) [63].

Трансантарктический горный хребет длиной 2880 км вместе с параллельным ему сопредельным и ныне активным Западноантарктическим рифтом, идущим от м. Норвегия, что на берегу Атлантики, по побережью Земли Королевы Мод в моря Уэдделла и Росса до м. Адар на берегу Тихого океана отделяет Западную Антарктиду от Восточной. На Антарктическом щите выявлено 96 горных вершин. Из них 69 – в Восточной Антарктиде и 27 – в Западной. В последней имеется 13 гор с названиями – Берлин (3498 м), Беккер (1542) Винсон (4897; наивысшая точка Антарктиды), Вуллард (2677), Джексон (3184), Сидли (4181), Силиг (3022), Сипл (3110), Стефенсон (2987), Такахи (3398), Фрэйкс (3677), Хэмптон (4181), Эдуард (1637) и 14 безымянных. В их числе одна гора высотой 731 м, семь гор – от 1171 до 1797 м, пять – 2310-2930 м и одна – высотой 3184 м. В Восточной Антарктиде известно 12 именных гор – Адмиралтейства (4165 м), Ботннутен (1460), Видерьоз (3180), Вьотеркака Нуна-так (3630), Дером (2390), Исахсен (3425), Киркпатрик (4528), Листер (4025), Мельбурн (2732), Минто (4167), Холмс Саммит (1875), Эребус (3797) и 57 безымянных. Среди последних – пять гор высотой 1280–1831 м, 28 – 2234–2931 м, 20 гор – 3054–3960 м и четыре горы высотой 4030–4528 м. Обнаженные горные пики-“нунатаки” предлагают геологам и палеонтологам возможность изучать разрез горных пород возрастом более 500 млн лет. Это же можно делать в урочище “Оазис”, Сухих Долинах, что между Трансантарктическими горами и проливом Мак-Мердо, где условия, похожие на пустынные, и ветры освободили от снега обнажения горных пород и почву на площади около 3840 км², а также в нескольких обнажениях преимущественно плутонических и метаморфических пород докембрия на Берегу Адели / Земле Уилкса.

Всей горной массе интрузивных и метаморфических кристаллических пород Восточной Антарктиды – 3 млрд лет, и эти породы – одни из самых древних в мире. Построенная же мозаично, как загадочная картинка-пазл, из кристаллических блоков земной коры и испещренная вулканами Западная Антарктида имеет возраст не более 700 млн лет. Тем не менее, Антарктическому докембрийскому щиту присущи современный вулканизм и современная сейсмичность. В Восточной Антарктиде толщу докембрийских кристаллических пород прорвали эруптивные глубинные каналы ныне действующих вулканов Мельбурн (2732 м) и Эребус (3797 м), а в Западной Антарктиде – современных вулканов Берлин (3498 м), Сипл (3110) и Хэмптон (4181 м). Вулкан Мельбурн находится на взморье Земли Виктории, на склоне Трансантарктических гор, Эребус – на о-ве Росса, что на шельфовом леднике Росса, а Берлин, Сипл и Хэмптон – на Земле Мэри Берд. Над Эребузом почти всегда наблюдается облако пара,

выходящего из вершинного кратера. Открытый же в 1972 г. внутренний кратер заполнен кипящим лавовым озером. В Восточной Антарктиде, за Трансантарктическими горами, находятся и пять далеко удаленных друг от друга глубинных очагов современных землетрясений [63].

Хребет Шеклтона в Восточной Антарктиде характеризуется распространенностью докембрийских супракрустальных вулканогенно-осадочных толщ и зональным метаморфизмом (кианит-силлиманитовая фациальная серия) пород. При современных методах вскрытия и изучения ПФВ в 13 образцах граната из параметаморфитов этого хребта выявлено присутствие метана максимальной концентрацией до 83 % по объему и тяжелых УВ [13]. А мантийные ксенолиты в лавах вулкана Эребус содержат мантийные же парафиновые УВ. Ксенолитами являются гарцбургиты, дуниты и пироксениты. В газе из их ПФВ установлено с помощью масс-спектрометра/хроматографа от 0,2 до 1,0 г/т этих УВ [59]. Кроме того, бурение скважины на шельфовом леднике Росса с борта судна "Гломар Челленджер" пришлось в 1974 г. прекратить на глубине около 2000 м после того, как были пройдены мощные газоносные пласты с аномально высокими пластовыми давлениями. Так было открыто в третичных отложениях, залегающих на подводном склоне докембрийского щита, первое у берегов Антарктиды ее морское месторождение этана [29]. Длина периферической окружности Антарктиды измеряется 15 000 км, и 80 % этого приходится на рифтогенные пассивные окраины. Они имеют позднелюрский, раннемеловой и позднемеловой возраст рифтинга. В Антарктиде и ее сопределье выполнено много многоканальных работ МОВ-ОГТ и КМПВ, в результате чего идентифицировано 22 осадочных бассейна, заполненных породами мезозоя и кайнозоя, в том числе 16 акваториальных и шесть подледниковых материковых осадочных бассейнов. Десять из них имеют суммарный извлекаемый газонефтяной потенциал около 28 млрд т в пересчете на нефть [55, 57].

Аравийский щит, занимающий площадь одноименного полуострова и Синайского, прорван на севере, северо-западе, западе, юге и юго-востоке, а также на Центральноаравийском своде многими крупными телами и массивами вулканических горных пород третично-четвертичного возраста. Обнаженная часть щита и его свода находятся 200 км западнее Эр-Рияда, а также к северу и юго-западу от Эр-Рияда. Далее на юго-запад и юг, в юго-западном углу Аравийского полуострова, уже в Йемене, щит во многих местах обнажен на площади, ограниченной линией Санаа – Таизз – морской порт Аль Мукалла – Аден. (Кстати, главная, деловая часть Адена находится в кратере потухшего вулкана, где государственные учреждения, банки, различные конторы, мечети, музеи, магазины и базар окружены краями кратера высотой до 200 м как крепостной стеной [9]). На восток и северо-восток от взморья поверхность щита полого погружается в седиментационную платформенную впадину Масила и превращается в ее кристаллический фундамент (КФ). Здесь, в пределах крупного нефтегазопромыслового района Масила, нефтяные месторождения имеют доказанные (извлекаемые) суммарные запасы нефти более 165 млн т и

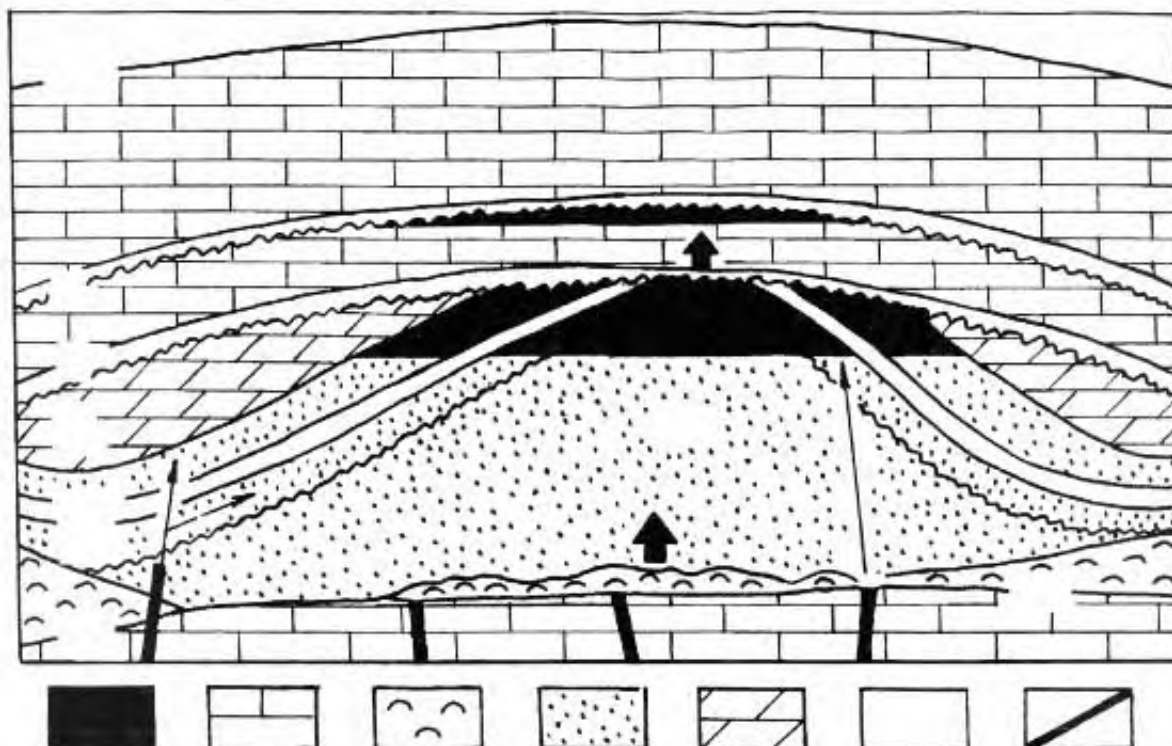


Рис. 2. Направления миграции и условия аккумуляции нефти в некоторых месторождениях Южного Омана [24]

1 – нефть, 2 – известняки и доломиты, 3 – каменная соль, 4 – водонасыщенная часть нефтяного коллектора, 5 – мергели, 6 – глины и глинистые сланцы, 7 – разломы

дают нефтедобычу $36\ 550\ \text{м}^3/\text{сут}$. Нефть поступает не только из осадочных формаций нижней юры и мела – Кишн, Колан, Саар и Шукра, но и из трещиноватого КФ нефтяных месторождений Аль Ахар, Аль Ройдат, Вади Сана, Вади Тариба, Набралжа, Такур и Харир. КФ вскрыт бурением на 50-100 м, откуда скважины фонтанируют индивидуально по $113\text{--}1033\ \text{м}^3/\text{сут}$ нефти плотностью $845\text{--}855\ \text{кг}/\text{м}^3$, 430 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$ газа и $50\ \text{м}^3/\text{сут}$ конденсата [20, 34-36, 43, 47, 61]. Восточнее, в султанате Оман, верхняя часть КФ Южнооманского осадочного бассейна – протерозойская (изотопный возраст – 858 ± 16 млн лет). С региональным несогласием залегает на нем протерозойская же толща Ормуз или, иначе, Соль Ара, состоящая из слоистой каменной соли и несолевых пород сводной мощностью до 4 км. Эта соль сформировала все соляные купола Среднего Востока и Соляной хребет Пакистана, и многие соляные купола выглядят продолжением горстов КФ в осадочную толщу. Во многих соледиапирах Южного Ирана и Южного Омана залегает битум, происходящий из нефтеносных пластов докембрия, прорванных этими диапирами, которые вынесли с собой на земную поверхность гальки и блоки гранита и липарита, например, в южнооманском урочище Карн Сама. А из скважины, пробуренной на здешней солеантиклинали Хуфай, поднят из КФ керн трахита изотопным возрастом 654 ± 12 млн лет [37]. Позднепермская эрозия прогрессивно уничтожила в сторону Йемена наибольшую часть отложений кембрия, ордовика, силура и девона так, что толща верхней

перми лежит на КФ. Терригенные породы верхнего карбона – нижней перми имеют ледниковое происхождение. Эти тиллиты в Южном Омани простираются до южной части Аравийского щита включительно и обусловлены перемещением щитовых ледников по Гондване к той ее части, которая ныне является юго-восточным ареалом Аравийского полуострова. Тектонику Южнооманского бассейна во время седиментации толщи Соль Ара определяли блоковые разломы КФ. Они возникли в позднем докембрии и реактивизировались во время главных геотектонических фаз деформации, повлиявших на Средневосточный кратон в период герцинского, например, орогенеза и дрейфа Аравийского и Индийского континентов в течение мезозоя и кайнозоя [20, 32].

Нефть в докембрийских породах Среднего Востока впервые найдена в 1956 году скв. 1-Мармул в ноздреватых кристаллических доломитах, залегающих между пластами галита формации Соль Ара. Толщина этого нефтеносного доломита 50 м, пористость – от нуля до 20 %, но он в южнооманских месторождениях Атель, Бирба, Дахабан, Мазрак и Южный Амаль дает добычу нефти плотностью 928 кг/м³. Скв. 1-Джарф обнаружила нефть в идентичных доломитах Шурам, которые подстилают Соль Ара. Кроме того, установлено, что в Южнооманском нефтегазоносном бассейне легкая нефть, добываемая в месторождениях Амаль, Мармул, Нухам, Римна и Руниб из отложений палеозоя и мела, идентична по своему составу добываемой нефти венда, откуда она мигрировала вертикально вверх (рис. 2). В большинстве случаев, все нефтяные месторождения и особенно те, которые расположены вдоль границы растворения каменной соли Соль Ара, происходят от нефти толщи Соль Ара, и это привело к аккумуляции здесь не менее 1431 млн т нефти. Месторождения Баджа, Зариф, Сайяла и Файяд Центрального Омани содержат так называемые “О”-нефти в песчанике Гариф пермо-карбона благодаря восходящей вертикальной миграции этих нефтей. Они, правда, изотопически тяжелее и отличаются стерановыми профилями, но похожи на нефть из вышеупомянутого доломита тем, что в них сильно преобладание стеранового числа, низки отношения пристан/фитан и те же самые иксовидно разветвленные алканы. На основании этого сделан вывод, что “О”-нефти также происходят и поступают из более глубоких, еще не разбуренных толщ докембрия Омани [24, 32, 37, 43].

Красное море и Красноморский подводный рифт вместе с двумя его северными разветвлениями – Суэцким и Акабским грабенами – обособили Синайскую глыбу и отделили Аравийский щит от Африканского. Красноморский, Суэцкий и Акабский рифты – это и ныне активные дислокации с нынешними подводными активными центрами и осями спрединга (2-4 см/год), горячими рудоносными гидротермами и залежами массивных сульфидных руд [54]. Африканский щит раздроблен множеством разновозрастных разломов и рифтогенных депрессий-седиментационных бассейнов на крупные геоблоки, часто именуемые кратонами и сводами или щитами. Наиболее известны из них своды Ахаггар, Джаддо, Тибести и Тиёмбок, кратон Каапваль, щиты Намиб и Нубийский. Аххагар – на

границе Мали и Нигерии с Алжиром. Он сложен докембрийскими изверженными и метаморфическими кристаллическими породами, но в виде сводового поднятия сформировался в мезозое-кайнозое при участии поздне мелового, третичного и раннечетвертичного вулканизма. У границы Алжира с Мали есть в Ахаггаре урочище, где обнаженные докембрийские кристаллические породы на значительной площади прорваны более чем тремя телами вулканических тел эоценового розового трахита. Эти тела отпрепарированы эрозией и в виде химерических башен, замков, дворцов и колонн возвышаются над поверхностью Сахары. Сюда постоянно привозят туристов, чтобы они полюбовались этим красочным зрелищем. Такой же молодой вулканизм отмечен в Тибести, Тиембок и Джаддо. На Ахаггаре главные фазы вулканизма, приуроченные к позднему мелу-палеоцену, эоцену и плиоцену-раннему антропогену, были пульсационными и сопровождалась исключительно высокой взрывной активностью. Это видно по огромным массам игнимбритов, пепловых туфов основного состава, лапиллей, вулканических бомб, пузырчатых лав и по громадным зияющим жерлам вулканов [21].

Далеко на юг от Ахаггара, уже в долине р. Бенуэ, главного левого притока р. Нигер, где один из блоков Западноафриканского щита обрамляет на севере осадочный бассейн Йола и рифтовый трог Верхний Бенуэ, этот блок щита и меловая осадочная толща трога прорваны двумя крупными вулканическими телами раннепалеоценового-четвертичного возраста [49]. Рифт Верхний Бенуэ – это фрагмент гигантской Центрально-Африканской рифтовой долины, увенчанной на взморье севернее Лимбе вулканическим массивом Камерун площадью до 2000 км². В ее центральной части среди покрытой базальтами волнистой поверхности поднимается на 4100 м вулкан Фако, из многочисленных кратеров которого происходили извержения в 1909 и 1922 гг. В трог Динга, что в верхней, на крайнем северо-востоке, части рифта Верхний Бенуэ, нефтяная компания “Эссо” открыла пять месторождений нефти и газа, чьи суммарные запасы равны 48 млн т в пересчете на нефть [48].

В Юго-Западной Африке, в Намибии, докембрийский (1,0-2,6·10⁹ лет) гранито-гнейсовый щит, или кратон Намиб интродуцирован диабазовыми дайками (700·10⁶ лет) с кальцитовыми жилами, содержащими друзы кварца. ПФВ в кристаллах кварца содержат CH₄; C₂H₆; C₃H₈; CO; CO₂; H₂O; H₂; N и вазелинистую нефть. Она отличается необычайно высокой концентрацией изопреноидных углеводородов (УВ), состоит почти на 92 % из n-C₁₀ – n-C₃₃ алканов и около 8% – из аренов. Кстати, в области n-C₁₉ – n-C₂₅ установлено одинаковое количество молекул УВ с четным и нечетным числом атомов углерода. А среди нециклических изопреноидов идентифицированы пристан, фитан, фарнезан; 2,6,10-триметилпентадекан; 2,6,10-триметилтетрадекан; 2,6,10-триметилтридекан; 2,6,10-триметилдодекан; 2,6,10-триметилундекан и 2,6-диметилнонан. Температура образования ПФВ – около 120-160С, и, когда ПФВ кварца вскрывались в вакууме на специальном столике микроскопа, из них появлялось столько упомянутых газов, что в несколько сотен раз превышало объем

ПФВ, а это свидетельствует, что все летучие в ПФВ были естественно ожигены давлением 3–4 МПа внутри ПФВ [42, 65].

Возле экватора щит осложнен замечательной дизъюнктивной тектоникой и неорогенным магматизмом, обусловившими 150–120 млн лет назад, 90–80 и даже 70 млн лет назад образование нескольких сотен карбонатитовых и кимберлитовых интрузивов на массивах Бушвелд и Палабора, а также на кратонах Каапваль и Намиб, 35 карбонатитовых и 10 кимберлитовых трубок взрыва в районе озер Танганьика и Малави-Ньяса, 30 карбонатитовых и 17 кимберлитовых диатрем вокруг оз. Виктория. Эти озера – в Великой Восточно-Африканской рифтовой долине, бортом которой, сложенной лишь кристаллическими породами щита, присущ возле оз. Виктория и нынешний активный вулканизм. Именно здесь находятся самые высокие горы Африки – базальтовые, трахидолеритовые и пепловые вулканы Килиманджаро (6010 м), Кения (5199 м), Рувензори (5119 м), Нгоронгоро и другие, известные извержениями и в памятное человечеству время. Кстати, Килиманджаро расположен на боковой трещине Восточно-Африканского плоскогорья, идущей из упомянутой долины, и состоит из двух слившихся воедино вулканов – Кибо (6010) и Мавензи (5355 м). У Кибо – кратер глубиной 200 м и диаметром более 2 км. Лавовопепловый же вулкан Кения находится на восточном борту Восточно-Африканской Рифтовой Долины. А между оз. Виктория на западе и горой Кения на востоке, вдоль длинной оси той же рифтовой долины шириной здесь 100 км располагается тянущаяся на север вереница содовых горячих (63°C и выше) озер Богория, Магади, Найваша и Натрон. На их мелководьях имеется множество вулканических гидротерм – гейзеров и ключей, фонтанирующих пресной, питьевой, водой при температуре кипения. 50 км северо-восточнее кратера Нгоронгоро расположен вулкан Ол Дойньо Ленгай (2896 м), извергаемой лавой которого сейчас является одна только расплавленная сода (Na_2CO_3) температурой 450–538°C [2, 41, 51].

На кратоне Каапваль интрузивный возраст (время внедрения) кимберлита алмазоносных трубок Кимберли и Премьер – докембрийский, а трубок Финш и Робертс Виктор – меловой. 258 образцов (93 из Финша, 116 из Премьера, остальные из Кимберли, Премьера и Робертс Виктор) бесцветных, светло-желтых, рыжевато-коричневых и черных алмазов в виде прямоугольных обломков индивидуальной массой около 3 карат, мелких плиток, гексаоктаэдров, октаэдров имеют, как оказалось при их изучении под микроскопом, множество ПФВ. Эти образцы алмазов стерильно и очень тонко дробились в вакууме около $1,3 \cdot 10^{-6}$ Па и 200°C, что освобождало по $1,1$ – $9,6 \cdot 10^{-5}$ или $1,6$ – $40 \cdot 10^{-6}$ см³ газовой смеси из каждого образца алмаза. Изучение этой смеси на масс-спектрометре/газохроматографе показало присутствие в ПФВ алмазов из кимберлитов и докембрийского, и мелового возраста CH_4 ($0,6 \cdot 10^{-6}$ – $3,7 \cdot 10^{-5}$ см³); C_2H_4 ($0,0$ – $0,7 \cdot 10^{-6}$); C_3H_6 ($0,0$ – $2 \cdot 10^{-6}$); твердых углеводородов; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (этиловый спирт), Ag; CO; CO₂; H₂; O₂; H₂O и N₂. А d¹³C для 116 алмазов из шахты Премьер лежит в границах от –1,88 до –12,34 ‰ (в 50 случаях около –4,00 ‰),

тогда как для 93 алмазов из кимберлита трубки Финш – от $-2,62$ до $-8,57$ ‰, но чаще всего около $-6,00$ ‰ [30, 44, 46].

Очень обильны выделения углеводородного газа из докембрийского кратона Каапваль в горнодобывающем районе Витватерсранд ЮАР, где разрабатываются ураново-золоторудные месторождения в архейских кристаллических породах, заполняющих древний грабен. До 1958 г. в одной из здешних шахт зарегистрировано более 190 внезапных взрывов углеводородного газа, а общее его количество, выносимое при вентиляции шахт и из буровых скважин, превышает $5 \cdot 10^8$ м³/год метана [39]. За время же с конца архея (2600 ± 100 млн лет) это может суммарно составить более $13 \cdot 10^{17}$ м³ метана. (Взрывы горючего газа в горных выработках Витватерсранда происходили и позднее. Например, 8 октября 1983 г., как сообщала московская газета “Известия”, от взрыва рудничного газа и возникшего при этом подземного пожара на упоминавшихся золотых приисках в 160 км от Йоганнесбурга погибли пять горняков и еще пятеро считаются пропавшими без вести).

Западная ветвь Великой Восточно-Африканской рифтовой долины состоит из 32 седиментационных трогов, одним из которых является грабен оз. Альберта, отличающийся нефтегазоносностью. В связи с его краевыми разломами амплитудой от 600 до более чем 1500–3000 м в оз. Альберта и в 25 местах вокруг известны высачивания нефти, в том числе девять активных и ныне. В 2004–2006 гг. на восточном берегу озера открыто четыре месторождения, где скважины фонтанировали по 238–1355 м³/сут нефти плотностью 855–943 кг/м³ с глубины 2010 м в месторождении Варага, 655 м³/сут нефти плотностью 876 кг/м³ с глубины 1783–1795 м в месторождении Кингфишер, 130 м³/сут нефти плотностью 860 кг/м³ с глубины 966–974,5 м и 48 м³/сут нефти плотностью 865 кг/м³ с глубины 1118–1126 м в месторождении Мпута, 226–340 тыс. м³/сут газа с глубины 2850 м в месторождении Турако. Все нефтяные скважины забурены там, где на берегу озера обнажены породы щита (рис. 3), а все месторождения нефти находятся под водами озера, за исключением месторождения Мпута. Оно – в 8 км от берега озера. Геологические запасы нефти на поисковой площади под озером Альберта оцениваются 210 млн т [50, 62].

Балтийский щит занимает наибольшую часть Скандинавского п-ова, Финляндию, Кольский п-ов и Карелию, представляя собой крупный массив докембрийских горных пород – гнейсов, кристаллических известняков и мраморов с внедрением гранитов, долеритов и ультрабазитов, непосредственно выходящих на земную поверхность с сильно расчлененным высокогорным рельефом. Его главнейшими элементами являются хребты Скандинавских гор, состоящих из многих массивов (Бергефьелль, Окстинн, Сулительма и др.). Их вершины имеют платообразную форму, именуются виддами или фьельдами и представляют собой остатки третичного пенеплена. Над поверхностью фьельдов местами возвышаются на 800–1000 м остроконечные пики, сложенные габбро, гнейсами и другими кристаллическими породами докембрия. Видды и фьельды чаще

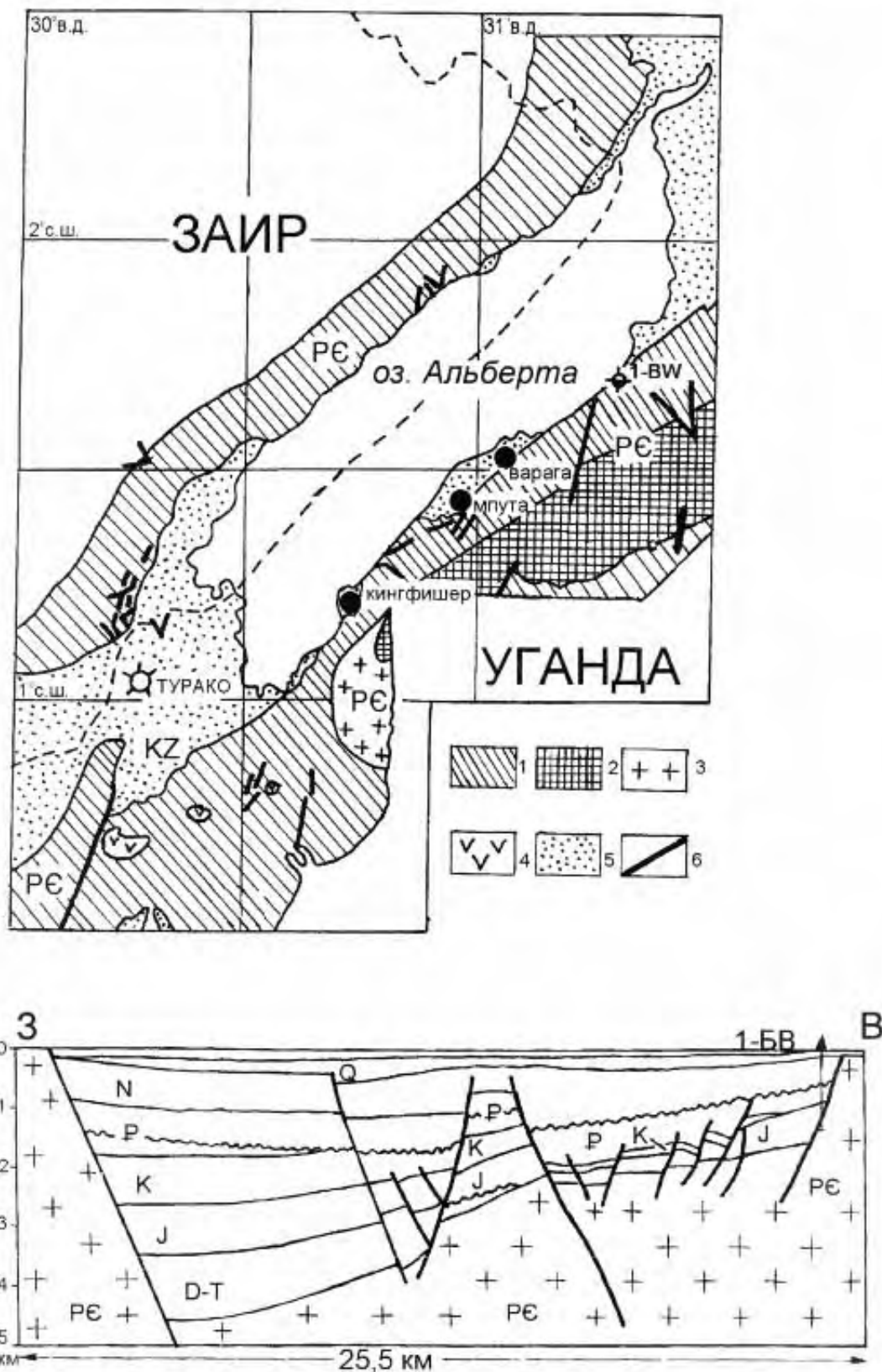


Рис. 3. Вверху – геологическая карта грабена оз. Альберта и размещение в нем нефтяных месторождений Варага, Кингфишер и Мпута, а также газового месторождения Турако. Внизу – поперечный геологический разрез этого грабена [50, 62]

1 – гнейсы и гранитогнейсы, 2 – кристаллические сланцы, 3 – граниты, 4 – вулканиты, 5 – пески и глины, 6 – разломы

всего наблюдаются на значительной площади в южной Норвегии, и самые известные из них – Доврефельд с горой Сньохетта, Хардангервидда с г. Хардангерьокелен, Юстедальбре с г. Лудальскопа и Ютунхейм с г. Гальхьопигген. В норвежской части Балтийского щита имеются 12 высоких гор – Гальхьопигген (2468 м), Гауста (1885), Глитертинн (2452), Квигтинн (1703), Лудальскопа (2083), Окстинн (1912), Ростегайсса (1067), Сньохетта (2286), Сулительма (1814), Халтиатунтури (1324), Хардангерьокелен (1876) и Чокарасса (1139 м), в шведской – возвышенности (до 4257823 м) и горы Кебнекайссе (2123) и Хелагофьеллет (1796), финской – возвышенности (до 4257823 м) и г. Тайваскери (820 м). В Карелии поверхность докембрийского щита имеет вид холмистой равнины с возвышенностями Манселья (250–600 м), Тунгунд (150–200), Олонецкой (до 400 м) и др. На Кольском п-ове располагаются Хибинский, Ловозерский и Салмагорский горные массивы высотой до 1208 м, которая к северу и югу уменьшается до 600–785, а на восток – до 200–250 м. На западе щит (Скандинавские горы) характеризуется крупными, часто отвесными уступами высотой от 600 до 1000 м, и взморье здесь изрезано длинными извилистыми фьордами. Самый длинный из них – скалистый фьорд Согне длиной 204 км. Балтийский щит почти полностью лишен осадочных образований, за исключением четвертичных. С начала палеозоя он непрерывно поднимался, будучи все время областью денудации и сноса, возвышающейся над уровнем моря. Последокембрийская геологическая история Балтийского щита не так, как у Африканского, богата событиями молодого тектоно-магматизма и современной сейсмичности. В Норвегии, преимущественно в море, имеется осадочный бассейн Осло, образовавшийся в пермское время вследствие рифтогенного отсоединения по разлому от Балтийского щита крупного блока и его погружения, а в России, на Кольском п-ове – Ловозерский, Салмагорский и Хибинский массивы изверженных горных пород изотопным возрастом 300–400 млн лет.

Хибинский массив – это многофазный конический интрузив, находящийся в зоне тектонического контакта архейских гранитогнейсов и протерозойских вулканогенных пород и сложенный от периферии к центру кольцевыми телами нефелиновых и щелочных сиенитов, массивных хибинитов, трахитоидных хибинитов, рисчорритов, уртит-мельтейгитов, апатит-нефелиновых пород, ляхчорритов и фойяитов. Хибинский массив приурочен к зоне тектоно-магматической активизации на Балтийском щите, и это обусловило поступление сюда щелочной магмы (характерной для рифтовых и палеорифтовых зон) по глубинному разлому, уходящему в подкоровую область, и все многообразие пород массива дала первичная базальтовая магма в процессе своей эволюции. Огромный объем данной магмы, сформировавший Ловозерский, Салмагорский и Хибинский плутоны, мог поступить лишь непосредственно из мантии [1, 2]. Изверженные породы Кольского п-ова характеризуются региональной нефтегазоносностью. Здесь зарегистрированы интенсивные газопроявления в виде выбросов промывочной жидкости и фонтанирования из первичных микротрещин и межминеральных поровых каналов; Они также вскрыты

разведочными скважинами в щелочных основных и ультраосновных породах, залегающих среди архейских гнейсов и других метаморфических кристаллических и магматических образований. В этом газе из хибинитов, рисчорритов, ийолитов, малиньитов и уртитов Хибинского массива содержится (в л/т): метана – 9,37–49,2, этана – 0,37–1,40, пропана – 0,016–0,23, бутана – 0,001–0,021, установлено присутствие пентана и гексана. Из ПФВ в альбите, апатите, нефелине, сфене, эвдиалите и эгирине, представленных 74 образцами, также выделен газ с содержанием (л/т): метана – 0,99–54,02, этана – 0,02–1,44, пропана – 0,01–0,24 и бутана – до 0,05. Во всех изверженных горных породах Хибинского массива установлено также наличие 90–110 г/т вазелиноподобного битума, в котором 32% приходится на долю C_{27} – C_{31} парафинов, но имеются, кроме того, нефтяные и ароматические УВ. Газоносными являются и изверженные породы Ловозерского и Салмагорского массивов. Из первичных микротрещин в ийолитах, мельтейгитах и турьяитах, вскрытых разведочными скважинами в Салмагорском массиве, выделялся газ, в котором было (л/т): метана – 1,74–5,32, этана – 0,07–0,36, пропана – до 0,01. А в газе, выделявшемся из микротрещин в луявритах, фойяитах и ювитах Ловозерского массива выявлено (л/т): метана 6,75–27,33, этана – 0,45–1,27, пропана – 0,32–0,85 и бутана – до 0,008 [12].

В Норвегии же, на площади Арендаль, где нигде вокруг и даже на дальних подступах нет осадочных пород, в дайках долеритов (температура кристаллизации 1000–1200°C), секущих архейские гнейсы Балтийского щита, миндалекаменные пустоты диаметром до 1 см заполнены нацело жидкой нефтью из нормальных насыщенных УВ от n - C_{10} до n - C_{22} с некоторой примесью изопреноидов. Согласно анализам, выполненным У.Д.Эвансом, Р.Д.Нортоном и П.С.Купером, это – несомненно небиогенная природная нефть [33]. Балтийский щит интересен и другой глубиной нефтеносностью. В астроблеме Сильянское Кольцо, что 240 км северо-западнее Стокгольма, скв. 1-Стенберг встретила жидкую нефть после проходки 2833 м, а скв. 1-Гравберг – после проходки 6800 м докембрийских изверженных пород. В Кольском же сегменте этого щита сверхглубокой скв. 3-СГ-Кольской вскрыты нефтяные пласты в докембрийских гранитах на глубине 7004–8004 м, и все эти три скважины бурились только в кристаллических породах докембрия, начиная от земной поверхности [2]. На неглубоко погребенном пологом склоне щита в Южной Швеции залегают и горючие сланцы-кукерситы силура. Они здесь не разрабатываются из-за их некоторой радиоактивности, а в Эстонии не только добывались и перерабатывались в синтетическое жидкое топливо, но и считаются бесспорной нефтематеринской породой. И это притом, что кукерситы изобилуют находками в них трилобитов и брахиопод [26], являющихся сугубо аэробным морским бентосом. У южного же взморья Швеции, в Ботническом заливе, где южный склон щита рассечен Балтийско-Ботническим рифейским – современным рифтогенным трогом-авлакогеном, наблюдается и современная сейсмичность. Самое недавнее землетрясение с его эпицентром в верховье залива произошло около 30 лет назад, о чем тогда сообщала московская газета “Известия”.

Бразильский щит – это и Бразильское нагорье, окаймленное на севере Амазонской низменностью, на юго-западе – низменной долиной у верховьев р. Парана, а на северо-востоке и востоке – Приатлантической низменностью. Северная граница щита видна по обнажениям его пород на многочисленных водопадах и порогах правых притоков Амазонки. Отвесный восточный край щита, приподнятый в недавнее время и оборванный сбросами, нависает над Атлантикой так называемым Большим Уступом – рядом параллельных скалистых хребтов высотой 1500-2000 м. Южнее Рио-де-Жанейро уступы береговых хребтов нередко обрываются непосредственно в океан, оставляя у берега скалистые островки. Все нагорье полого наклонено на север и северо-запад и сильно приподнято на востоке и юго-востоке. Все древнейшие горные сооружения были разрушены еще в раннем палеозое, и основным типом рельефа Бразильского нагорья является кристаллический слабохолмистый (почти равнина) пенеплен. Над его поверхностью лишь по правобережью р. Сан-Франсиско протягиваются простирающиеся с юг-юго-запада на север-северо-восток кварцитовые хребты Серра-ду-Эспиньясу высотой 500-600 м. На юге шт. Минас-Жерайс, западнее и северо-западнее Рио-де-Жанейро, расположен наиболее расчлененный и гористый участок Бразильского щита, где сбросовые хребты высотой 1200-1700 м круто нависают над глубокими долинами истоков рек Парана, Доси и Сан-Франсиско. Сбросовым является также хр. Серра-да-Мантикейра над р. Параиба с горой Итатиая (2821 м) и горой Бандейра (высшая точка Бразилии, 2884 м). В этом же районе сосредоточены месторождения бокситов, железных и марганцевых руд, редких металлов, золота и алмазов [26, 45].

На юге Бразильского нагорья обширные базальтовые лавовые покровы мезозойского возраста образуют равнинные плато с краевыми уступами-куэстами. Базальтовые покровы заполняют и долину верхней Параны. В шт. Санта-Катарина миндалекаменные пустоты в лишенном трещин и невыветрелом поздне меловом базальте, прорывающем кристаллические породы Бразильского щита, заполнены жидкой нефтью, что, согласно заключению С.Пауэрса, известного в прошлом сторонника органического генезиса нефти, бесспорно свидетельствует в пользу присутствия в расплавленной магме нефти, которая не разрушилась и при магматических процессах [51]. А над склоном Бразильского щита, погребенном под осадочной толщей Приатлантической низменности, разрабатывается гигантское (160 млн т) нефтяное месторождение Кармополис, часть запасов нефти которого находится в докембрийском КФ на глубине 800 м и 30 км север-северо-восточнее морского порта Аракажу. На этом же взморье и в том же нефтегазоносном бассейне Сержип-Алагуаш, 25 км северо-западнее Аракажу, дает нефть с глубины 400-500 м месторождение Риашуэлу (9 млн т) из песчаников мела и пород КФ, а 30 км севернее Аракажу с глубины 400-800 м из тех же песчаников и КФ – месторождение Сиризинью (33 млн т). Плотность добываемой нефти Кармополиса – 910 кг/м³, Риашуэлу – 870 и Сиризинью – 890 кг/м³ [18]. В бассейне же Кампуш, мористее побережья шт. Рио-де-Жанейро, неглубоко погребенный

здесь юго-восточный склон Бразильского щита прорван и перекрыт ранне- и поздне меловыми базальтами, в которых эксплуатируются нефтяные залежи морских месторождений Бадежу и Лингуаду. Есть здесь и вулканиты плейстоцена [6, 18, 26].

Амазонская аллювиальная равнина отделяет Бразильское нагорье от Гвианского нагорья, являющегося на севере Южной Америки ее “краеугольным камнем” – Гвианским щитом. Его северная граница проходит по долине р. Ориноко; южная – по крутым обрывам Гвианского нагорья, представленного здесь горами Парима и Пакараима, а также массивом Рораима; восточная – по кристаллическим грядам и хребтам, а на западе, северо-западе и севере к щиту примыкает система альпийских депрессий и поднятий Анд, где складчатость завершилась во второй половине третичного времени. Гвианское нагорье – это, в общем, приподнятое плато низкого рельефа, достигающее высоты, в среднем, 350–500 м над уровнем моря на востоке, 500–1000 м на западе и 750–2771 м на юго-западе, где находятся горы Дуидо (2396 м), Киката (2261), Нава (1639) и наивысшая точка нагорья – гора Рораима (2771 м). Древнейшими породами Гвианского щита и фундамента одноименного нагорья являются архейские плейчатые гнейсы и гнейсовидные граниты. Они составляют главную часть докембрийского кристаллического комплекса, но вблизи границы с Бразилией имеются и некоторые количества силифицированных порфиритовых вулканитов. В северной же части Гвианского щита, неподалеку от р. Ориноко, присутствуют железистые кварциты и железные руды формации Иматака, которые уже начали играть важную роль в экономике Венесуэлы. Возраст ф. Иматака не известен, и даже ее контакт с гнейсами маскируется присутствием интрузивного гранита. Все эти горные породы, кроме того, прорваны интрузиями габбро и базальтоидов, и на пенепленном рельефе поверхности гнейсов, гнейсовидных гранитов и кристаллических сланцев имеются пологие куполовидные массивы и холмы [26, 45].

Гвианский щит долго сохранялся стабильным и высоко стоящим над уровнем океана древнейшим блоком кристаллической континентальной коры. Эти условия изменялись только дважды. Есть данные о двух группах пород, появившихся на щите после его образования, хотя ни одна из них не имеет морского генезиса. Первая группа – это вулканические породы серии Пастора, залегающие у Кальяо, а вторая – ф. Рораима, развитая в Бразилии, Венесуэле (область Гран Сабана), Гвиане и Суринаме. Формация Рораима сложена белыми до бледнопурпурового цвета песчаниками, кварцитовыми песчаниками и кварцитами, конгломератами и сланцами, а также красными и зелеными крапчатыми вулканическими туфами, интродуцированными габбро и диоритом, что свидетельствует о седиментации толщи пород Рораима на гигантской аллювиальной равнине, когда по-соседству с ней действовали вулканы. К сожалению, нет средств узнать, когда это точно происходило, но ф. Рораима литологически наиболее близко напоминает ф. Ля-Кинта раннемезозойского возраста. Породы ф. Рораима имеют сводную мощность не менее 2400 м, что

свидетельствует о длительном периоде погружения поверхности Гвианского щита, но без признаков складчатости и орогенеза, поскольку эти породы все еще сохраняют доныне практически горизонтальное залегание, при котором они были отложены во время седиментации. О мезозойском возрасте ф. Рораима свидетельствует косвенно и то, что несколько скважин севернее Ориноко встретили граниты сразу же под отложениями мелового возраста. Второй эпизод реактивизации Гвианского щита связан с его также неорогенным воздыманием, длящимся доныне, и, по видимому, с одной из фаз алмазоносного кимберлитового тектоно-магматизма. Во всяком случае, эрозия Гвианского нагорья длится долго, судя по тому, что на нем сохранились лишь остатки мощного песчаникового покрова ф. Рораима. Под меловыми отложениями залегают докембрийские горные породы и в изолированной группе возвышенностей Эль-Бауль и Кохедес, будучи представлены розовым гранитом, серым сиенитом, светло-серыми до красных филлитами, кварцитами, риолитом и трахитом.

На Гвианском щите имеются богатые месторождения алмазов, асбеста, железных руд, золота, изумрудов, меди, платины, ртути, серебра и др. [26, 45], а нефтеносность наблюдается по р. Ориноко, огибающей границу северного пологого (угол наклона $0,5-3,0^\circ$ на север) склона Гвианского щита. Там, где его кровля залегает на глубине до 300–600 м, простирается вверх по течению р. Ориноко, на 750 км от ее устья, пояс тяжелой нефти с запасами 475–600 млрд т на глубине 230–2375 м в третичной и до третичной осадочной толще, а также в гранито-гнейсах щита (рис. 4). Здесь его склон разбит системами молодых нормальных сбросов восток-северо-восточного простирания и еще более молодых сбросов север-северо-западного простирания. Нефтенакопление произошло там, где

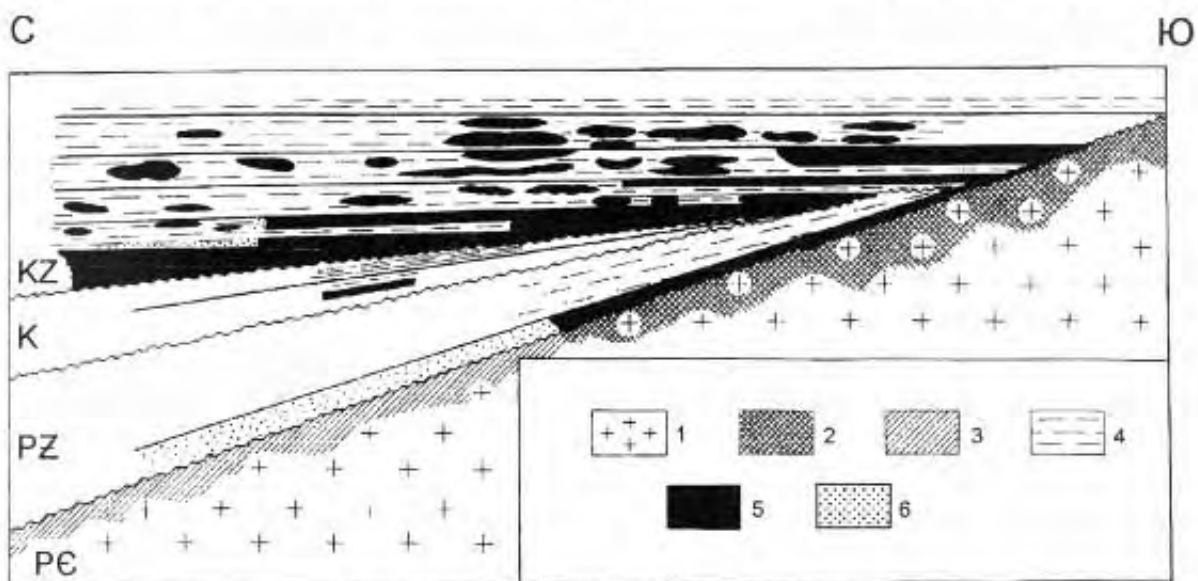


Рис. 4. Поперечный геологический разрез нефтяного пояса Ориноко на северном склоне Гвианского щита, Венесуэла [31]

1 – гранито-гнейсы, граниты и другие кристаллические породы Гвианского щита, 2 – кора выветривания и трещиноватость, 3 – неразведанная потенциальная нефтеносность, 4 – глино-песчаная толща, 5 – нефть, 6 – песчаник

сбросы, идущие из тела погребенного щита, рассекают толщу флювиально-дельтовых песков. Сбросы достигают и земной поверхности, так что многочисленные реки, впадающие в Ориноко, и элементы рельефа либо совпадают с трассами этих сбросов, либо пересекают их, указывая на проявления нынешних тектонических движений [31].

Гренландский щит, как и Антарктический, покрыт ледником. Он занимает не только внутреннюю часть Гренландии, но и выходит во многих местах на побережье этого самого крупного в мире острова. Его площадь – 2176 тыс. км², длина с севера на юг более 2500 км, а с запада на восток – около 1200 км. Толщина ледника – до 3412 м, но, в среднем, 2100 м, и его поверхность плавно повышается от окраин в глубь острова, где образует два пологих купола – южный высотой 2770 м и северный (3300 м), отделенных друг от друга пологой впадиной.

Средняя высота подледниковой поверхности равна 125 м, но подледниковый рельеф взморья очень неровный. Южная оконечность Гренландского щита и юго-западное побережье характеризуются наличием альпийского горного ландшафта, и свободная ото льда полоса юго-западного взморья шириной 1,5–180 км – это система раздробленных сбросами кристаллических докембрийских массивов. Цепи остроконечных вершин-нунатаков высотой до 1600 м сменяются в глубине острова ступенчатыми плоскогорьями высотой 400–600 м. Севернее 69° с.ш. цепь кристаллических хребтов разорвана ледником, отклоняется в глубь острова и уступает на западе, на п-овах Нугсуак и Свартенхук, а также на о-ве Диско, место плоским массивам высотой 800–1000 м. На востоке Гренландского щита береговые хребты являются самыми высокими. Они начинаются у м. Фарвель (южная оконечность Гренландии) пиком Тингерток (3253 м) и достигают наибольших высот под 66° и 70° с.ш. Здесь, на побережье прол. Денмарк, возвышается гора Гуннборн (3702 м), и над поверхностью ледника торчат многочисленные острые горные пики-нунатаки (до 2850–3270 м). Взморья всего острова изрезаны узкими извилистыми заливами-фиордами глубиной до 500 м и длиной 100–180 км.

Гренландский щит лучше всего изучен вдоль побережья Девисова пролива, где он простирается с севера на юг полосой при ее ширине до 250–400 км и длине 2020 км. В конце докембрия древнейшие горные хребты Гренландии были разрушены, и она превратилась в слабо холмистую равнину-пенеплен. Северное и северо-восточное взморья сложены раннепалеозойскими осадочными породами, смятыми каледонской складчатостью, и на размытой поверхности каледонид местами залегают более молодые отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Остальная часть Гренландии занята Гренландским щитом, сложенным древнейшими гнейсами и кристаллическими сланцами докембрия, смятыми в складки и прорванными гранитными интрузиями. В конце девонского времени на юге Гренландского щита произошли крупные интрузии нефелиновых сиенитов, но важнейшим свидетельством молодого интенсивного тектоно-магматизма на этом щите являются лавы и туфы раннего мела-эоцена. Такой вулканизм проявлялся в Восточной Гренландии на протяжении более

1200 км между 66° и 75° с.ш., создав там серии плато-базальтов мощностью 6500 м и более. Необходимое для накопления данной толщи время установлено по окаменелостям, найденным в отложениях, которые залегают как непосредственно ниже, так и непосредственно выше плато-базальтов, и оно соответствует приблизительно длительности нижнего эоцена, т.е. охватывает временной интервал порядка 5-10 млн лет. И на западном, и на восточном берегах Гренландии докембрийский комплекс рассечен разломами. В районе м. Йорк, в северо-западной части щита, особенно сильно развиты крупные сбросы, и фиорды западного побережья Гренландии у заливов Диско и Умнак обычно вытянуты параллельно сбросам. Сильное сбросообразование третичного времени распознается во многих местах и вдоль восточного берега, будучи взаимосвязано с упомянутой выше мощной и долгой вулканической деятельностью. Северное же взморье разбито разломами на крупные полуострова – Земли Вашингтона, Ньюбе, Пири и Холла. Это – ступенчатые известняковые плоскогорья, и только через Землю Пири простирается хр. Рузвельта с пиками высотой до 2000 м [3, 5].

На самом конце м. Савоя Халво, что на восточном взморье Гренландии, имеется природный активный выход густой вязкой нефти из третичных плато-базальтов, которые контактируют на северо-западе с вертикальным сбросом амплитудой 400-500 м. Гренландская Геологическая Служба (ГГС) выявила нефтеносность плато-базальтов и в западной части Гренландии, в земных недрах п-ва Нугсуак. “Живая” нефть здесь извлечена из керна базальта с глубины 88 м в скважине глубиной 448 м, и доказано, что тут в плато-базальтах до глубины 90 м от земной поверхности имеется серия пористых зон, содержащих жидкую природную нефть. Возраст нефтенасыщенных плато-базальтов – позднепалеоценовый/раннеэоценовый. По техническим причинам эта скважина не добурена до проектной глубины, а поводом для ее бурения было следующее. Геологи из Копенгагенского геологического музея, участвовавшие в экспедиции ГГС на территории Западной Гренландии, обнаружили битум в пустотах и ноздреватости плато-базальтов, обнажающихся у подошвы палеоценовой лавовой подушки. Дальнейшее изучение установило, что битум в базальте залегает на гораздо большей площади, и по сути вся пористость в ноздреватой части базальтовых лав, обнаженных на земной поверхности, заполнена битумом на площади 1 км² по простиранию лав и нескольких сотен квадратных метров вкrest простирания, а запасы битума-нефти здесь – более 0,5 млн м³. Геохимический же анализ данного битума свидетельствует о весьма слабой его деградированности, т.е. об очень недавнем заполнении битумом порового пространства изученных базальтовых лав [26, 53].

Индийский щит – это огромная докембрийская кристаллическая глыба в южной части п-ва Индостан, имеющая вид плоскогорья с его Деканским плато, вне отдельных возвышенностей лежащим на высоте 300-800 м, и разбитая многочисленными сбросами на отдельные блоки. Одни из них опустились как, например, долины рр. Маханади, Нарбада и

Тапти, а другие были приподняты и стали горными массивами, столообразными возвышенностями и горными кряжами. В докембрийской кристаллической глыбе Индостана выделяются две ее главные части. Наибольшая из них, южная, до сквозного понижения, по которому текут рр. Нарбада и Сон (приток Ганга), наклонена с запада на восток, а меньшая, северная, наклонена с юга на север. Самыми значительными возвышенностями отличаются западная и восточная окраины Индостанской глыбы, а также граница между ее северной и южной частями. Западная приподнятая окраина – это горы Аравалли высотой до 1722 м и Западной Гаты высотой до 2339 м, а восточная окраина докембрийской глыбы – это горы Восточной Гаты высотой до 1645 м. На юге обе системы Гат соединяются в высокогорном (гора Додабетта высотой 2633 м) массиве Нилгири, южнее которого возвышаются горы Анаималаи с высшей точкой поверхности п-ова Индостан – горой Анаимуди (2696 м). Вдоль южной границы полосы с рр. Нарбада и Сон располагаются горы Сатпура, возвышенность (1350 м) Махадео и хр. Майкал (1127 м), а вдоль северной границы той же полосы – горы Виндхия и Бханрер, возвышенность Каймур. С северо-запада, севера и северо-востока Индийский щит окаймляется дугой складчатых цепей альпийской горной системы Белуджистана, Гималаев и Мьянмы с глубокой и длинной предгорной впадиной, с которой совпадают низменности рек Брамапутры, Ганга и Инда [11, 20].

Докембрийскую глыбу Индостана слагают изверженные и метаморфические кристаллические образования архейского и протерозойского возраста. Архей представлен древнейшими гнейсами, гранитами, чарнокитами и породами дарварской серии – кварцитами, кристаллическими сланцами и мраморами. Протерозойская толща состоит из метаморфических кристаллических пород, вулканитов, мраморов и метапесчаников, прорванных интрузиями гранитов и базитов [20].

Индийский докембрийский кристаллический щит несет на себе незаурядные следы молодого тектоно-магматизма и нефтеносности. Во-первых, очень значительную часть западного и центрального Индостана занимают траппы базальтов, андезитов и их туфов толщиной до 2000 м, которые изливались в позднемеловое и эоценовое время. Они прорывают мощную толщу пород докембрийской кристаллической глыбы, а также и на ее западном, погребенном ныне в Аравийском море склоне, и залегают непосредственно на эродированной поверхности кристаллического докембрийского комплекса. Во-вторых, этот комплекс и эоценовые плато-базальты промышленно нефтеносны в морских месторождениях Бассэн, Бомбей Хай, Нилам, Панна, Ратна, Тапти и Хира, находящихся в 50–70 км северо-западнее Мумбея (Бомбея). Так, например, сверхгигантское (1640 млн т нефти и 177 млрд м³ газа на глубине 1001–2402 м) морское месторождение Бомбей Хай, с 1974 г. дающее 474-мя скважинами нефть из третичной осадочной толщи, эоценовых плато-базальтов и докембрийских пород Индостанской кристаллической глыбы, являющейся здесь кристаллическим фундаментом (КФ) Камбейского бассейна, приурочено к огромному палеовыступу КФ. Его кровля полого наклонена на север,

запад и юг, осложняясь на востоке региональным сбросом длиной 60-70 км и амплитудой 500-600 м, а на севере – региональным сбросом, аналогичным упомянутому. На одной части кровли КФ здесь залегает базальтовый трапповый покров эоценового возраста, а на остальной – более молодая глинисто-песчаная толща ф. Панна. Нефтегазоносность докембрия в Бомбей Хай изучена 28-ю скважинами, и тринадцать из них фонтанировали газом и нефтью (по 410 м³/сут) из трещиноватых гранитов, гранито-гнейсов и филлитов. Три скважины фонтанировали по 100 м³/сут нефти, и каждая – из базальтовых траппов. Площадь трещиноватости КФ в Бомбей Хай около 800 км², а вертикальная протяженность трещин в КФ – 792 м (с глубины 1575 м в скв. 19-БХ и до глубины 2367 м в скв. 59-БХ). Вся эта зона трещиноватости КФ промышленно нефтенасыщенная, и в ней – гидродинамически единая залежь нефти толщиной 445 м с водо-нефтяным контактом на глубине 2020 м.

Из упомянутой осадочной толщи и КФ скважины дают природный газ и в его гигантском (170 млрд м³) морском месторождении Бассэн, разрабатываемом южнее Бомбей Хай и примыкающем к разлому, который ограничивает выступ КФ Бомбей Хай на востоке. Кровля КФ площадью 280 км² в Бассэн залегает на глубине 2250–2350 м, воздымается на запад от упомянутого разлома, затем круто погружается и перекрывается маломощной толщей базальтовых траппов, которые отсутствуют в районе скв. 119-И – скв. 1-40-Б. На соседнем морском нефтяном месторождении Хира в 1997 г. пробурены 13 скважин, вскрывших на глубине 1400-1600 м КФ из докембрийских гранитов и гнейсов. Они слагают несимметричный выступ площадью 400 км², который ограничен на юго-востоке сбросом Ратна амплитудой 200-300 м, на западе – сбросом Хира амплитудой около 100 м, а на востоке – безымянным региональным сбросом амплитудой 500 м с север-северо-западным простиранием. Поверхность выступа КФ довольно плоская и полого наклонена на запад, будучи перекрыта на большей площади отложениями палеогена и неогена, а на меньшей – эоценовыми плато-базальтами. Граниты и гнейсы КФ, как и осадочная толща, здесь промышленно нефтеносны: например, скв. 11-38-Б, прошедшая по гранитам 98 м, фонтанировала из них 25 м³/сут нефти и газа [6, 11, 26]. Кроме того, в 2005 г. начало разрабатываться газовое морское месторождение ПиУвай-1 и нефтяное Меттур, находящиеся в бассейне Кавери, где КФ слагает восточный погребенный в Бенгальском заливе склон Индийского щита. Первое из них содержит 5,7 млрд м³ газа и 185 тыс. м³ конденсата в докембрийских гранитах на глубине 1525-1678 м на своде Порто Ново под осадочной толщей, не содержащей ни нефти, ни газа. Газодобывная зона имеет толщину 61 м, откуда скважины фонтанируют по 360–370 тыс. м³/сут газа в подводные трубопроводы, идущие на берег, в Тамил Нада. ПиУвай-1 – 18 км мористее города Порто Ново и 160 км южнее Ченнай (Мадраса). А во втором из упомянутых месторождений скв. 2-Меттур выявила в КФ залежь нефти. В бассейне же Бармер, что в шт. Раджастан, в западной части пустыни Тар, у границы с Пакистаном, разрабатывается гигантское (137 млн т) нефтяное месторождение Мангала.

В нем – одна залежь толщиной 125 м в песках Фатегар, вторая залежь толщиной 30 м – в трещиноватом КФ (на северо-западном погребенном склоне докембрийской глыбы Индостана), откуда скважины глубиной 1250-1330 м фонтанировали нефтью по 300-342 м³/сут [6, 11, 52].

Канадский щит площадью 4725 тыс. км² располагается в северо-восточной части Североамериканского континента и на островах Байлот, Баффинова Земля, Виктория, Девон, Земля Элмира, Саутгемптон и Сомерсет из Канадского Арктического архипелага. Всю территорию материка к северу от долины р. Св. Лаврентия и понижения, в котором находятся озера Атабаска, Большое Медвежье, Большое Невольничье и Виннипег, занимает Лаврентийское плато, равное половине площади Канады и сложенное изверженными и кристаллическими метаморфитами (преимущественно гранитами и гнейсами) щита. Это плато – древний пенеплен. Его поверхность имеет вид полого волнистой равнины, низменной на взморье и повышающейся до высоты 470 м на северо-западе, 1676 м на северо-востоке (в отдельных вершинах Лабрадора), 300–600 м на юго-востоке и 500–600 м на юге. Западной и южной границами Лаврентийского плато, на котором разрабатываются крупнейшие в Канаде месторождения железа, золота, кобальта, меди, никеля, платины, серебра и урана, является понижение, простирающееся в виде дуги длиной 5300 км и состоящее из котловины озер Виннипег-Виннипегосис и низменности р. Св. Лаврентия с прилегающим к ней плато (до 600 м) "полуострова Онтарио". Недра их сложены силурийскими и более молодыми осадочными породами, прикрытыми чехлом ледниковых и озерных отложений. Рельеф поверхности щита, обнаженного на островах, разнообразен. Средняя часть Баффиновой Земли – гористая с вершинами высотой более 2000 м, восточная вмещает несколько параллельных горных цепей, западная и юго-восточная – равнинные и лишь местами холмистые. Гористой является поверхность обнаженного щита и на о-ве Девон, особенно у его восточных берегов, где докембрийские кристаллические массивы достигают высоты 1000–1500 м. Горы занимают также наибольшую часть о-ва Земля Элмира. На его юге и в средней части они поднимаются на высоту до 1200 м, на севере (на Земле Гранта и хребте Соединенных Штатов) – до 3000 м, а слагаются главным образом докембрийскими и нижнепалеозойскими кристаллическими породами.

Канадский щит, имеющий обширный центральный массив с северным, южным, восточным и западным склонами, консолидировался несколькими орогенезами более 1000 млн лет назад, и каждый раз его бассейны заполнялись подушечными и другими лавами базитового состава, пирокластитами и прочими грубыми осадками, которые интродуцировались порфирами, позднее гранитами и подвергались сжатию между крупными батолитами. Западный склон щита пологий и покрыт молодыми отложениями, толщина которых увеличивается в направлении к Скалистым горам. Севернее центральной части Канадского щита располагается крупная депрессия Гудзонова залива. На юге щит окаймляется Гуронским орогеническим поясом широтного простиранья, а еще южнее покрыт па-

леозойским осадочным чехлом. На юго-востоке щита находится орогенический пояс – Гренвильская провинция, простирающаяся с северо-востока на юго-запад, и Северные Аппалачи. Супракрустальные докембрийские формации Канадского щита, развитые вне Гренвильской и Гуронской провинций, представлены двумя группами: архейской толщей преимущественно конгломератов, аркозов, граувакк, кристаллических сланцев и протерозойской толщей аркозов, граувакк, доломитов, железорудных формаций, кварцитов, конгломератов, кристаллических известняков и кристаллических сланцев. Кроме того, в обеих группах присутствуют лавы преобладающе базитового состава. Их больше в архейской толще, нежели в протерозойской. В юго-восточном обрамлении щита выделяется широкий (320 км) пояс сильно метаморфизованных пород, в котором нет, по-видимому, архейских образований, но есть анортозитовые интрузивы. Этот пояс относится к Гренвильской провинции докембрия. Архейские горные породы Канадского щита состоят из двух возрастных групп – Киватинской (около 2000 млн лет) и Алгоманской или Манитобской (1750–1800 млн лет). Для золоторудной минерализации Канадского щита особенно благоприятным было время от 2000 до 1500 млн лет назад [3, 5].

Более молодой тектоно-магматизм и современная сейсмичность на Канадском щите отсутствуют, а его нефтегазоносность имеет следующий вид. У оз. Верхнее в канадской пров. Онтарио при углублении шахты Андерсилмайн на уникально богатом месторождении самородной меди был встречен в трещинах и миндалевидных пустотах докембрийских кристаллических пород исходящий снизу по сбросу пульсирующий приток метана и насыщенного хлоридом натрия природного рассола с аномально высоким (8,1 МПа на глубине 510 м) пластовым давлением. На соседнем руднике Сентрал Патрисия также были обильные выделения метана из архейских кристаллических пород, содержащих промышленные медные руды. В течение 1940-1950 гг. в обеих этих шахтах зарегистрировано 135 вспышек и взрывов метана [60].

А в жилах кварца, кальцита, галенита, пирита, пирротина и сепиолита обнаружены твердые пупыри пиробитума (тухолит). Эти жилы обнажены в забоях и квершлагах, штреках и штольнях шахты Пэнел в урановорудном районе Элиот Лэйк пров. Онтарио. Жилы заполняют трещины в ф. Матиненда, изотопный возраст которой 2,2-2,4 млрд лет. Пупыри небольшие (1–10 мм), округлой до дисковидной формы с глянцевиной поверхностью, пронизанной дырочками от пузырьков газа, с $d^{13}C = -33\text{‰}$ и содержанием 0,5 г/т тория и урана. Эти жилы с пиробитумом пересекают ураноносный кварцевогалечный конгломерат ф. Матиненда, являющейся базальной толщей Гуронской супергруппы и несогласно залегающей на архейских гнейсах и зеленокаменных породах [58]. Жидкая и также истинно докембрийского возраста природная нефть извлечена из ПФВ кристаллов жильного кальцита в медно- и железоколчеданных рудах горнодобывающего района Уайт Пайн, что на западном побережье мичиганского п-ова Нижний, вдающегося с юга в оз. Верхнее. Эти жилы

жилы кальцита исходят из медистых сланцев базальной части формации Ноунсач и верхней части подстилающего конгломерата Коппер Харбор. Изотопный возраст жильного кальцита с нефтеносными ПФВ равен 1047 ± 35 млн лет, является временем образования ПФВ и возрастом нефти из Уайт Пайн. Здесь есть другая нефть, местами пропитывающая все докембрийские породы, высачивающаяся из трещин и каверн в кровле, стенах и забое медного рудника и содержащая типичный для природных нефтей полный спектр УВ с оптически активными алканами, порфиринами, пристаном и фитаном [25, 40]. А возле оз. Эллитон, что в пров. Онтарио Канады, из ПФВ в кристаллах горных пород извлечены капельки еще более древней нефти. В ней есть и “уникальные биометки” (пристан, фитан и др.), а изотопный возраст этих кристаллов и ПФВ с данной нефтью равен 2,4 млрд лет [36].

240 км северо-восточнее Эдмонта в канадской пров. Альберта, где западный моноклиальный склон Канадского щита залегает на глубине 350–600 м, разрабатывается месторождения Атабаска с геологическими запасами 197 млрд м³ нефти плотностью 986–1030 кг/м³ в нижнемеловых песках и Карбонатный Треугольник с геологическими запасами 220 млрд м³ нефти плотностью 1022 кг/м³ в известняках и доломитах нижнего карбона – верхнего девона. Нефтеносная толща Атабаски имеет в плане вид вытянутого с север-северо-запада на юг-юго-восток овала длиной 300 км, шириной 150 км и глубиной залегания 0–600 м. У Карбонатного же Треугольника длина равна 585 км по его гипотенузе, 290 и 500 км по катетам, а глубина залегания 75–400 м [38, 64]. В Атабаске нефтегазосносными являются и изверженные породы (граниты и габбро) Канадского щита. Это установлено скв. 7-32-89-10-w-4, пробуренной в 1994 г. до глубины 1678 м, вскрывшей кровлю докембрийского гранита на глубине 543 м, габбро на глубине 1672 и имевшей нефтегазопроявления из этих пород в интервале глубин 787–817 м, 884–915; 1421–1451; 1479–1510 и 1662–1678 м [49].

Около 400 км восточнее Африки, отделяясь от нее Мозамбикским проливом, находится Мадагаскар, всю восточную часть которого занимает Мадагаскарский щит площадью, равной одной трети площади этого острова. Данный щит является останцем древней кристаллической глыбы, в третичное время отколовшейся от Африки благодаря рифтингу и представляющей собой ныне высокогорное плато. Его поверхность полого наклонена с востока на запад и глубоко расчленена реками на обособленные плато и массивы. Их преобладающая высота – 800–1200 м, а близ восточной окраины – до 1500 м. На севере встречаются отдельные столовые горы и конусы вулканов высотой более 2000 м. В вулканическом массиве Царатанана находится высшая точка острова (2880 м), а в средней его части, в массиве Анкаратра – гора Циафажевона (2644 м). Между хаотично расположенными горными массивами пролегают обширные ровные участки – впадины и широкие долины с плоским дном. Некоторые из них заняты озерами, например, оз. Алаотра, или болотами вроде Имераны. На востоке плато спускается двумя крутыми уступами к Индий-

кому океану и узкой (10–20 км) прибрежной равнине, сложенной четвертичными отложениями. На западе это же плато окаймляется относительно низкими (менее 800 м) плато и прибрежными холмистыми равнинами, сложенными мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Западный берег Мадагаскара плоский, преимущественно низкий и пологий.

Мадагаскарский щит – катархейский и сложен, в общем, гнейсами, гранитами, диабазами, кварцитами, кристаллическими известняками и слюдяными кристаллическими сланцами, во многих урочищах интродуцированными и часто перекрытыми вулканическими породами. Катархейский кристаллический цоколь острова прорван и базитовым комплексом Андриамена (1400 млн лет), и интрузивным комплексом Амбатифинандраана (1125 млн лет), и гранитами (850–550 млн лет), и пегматитами (500 млн лет), а также габбро, перидотитами, пироксенитами и сиенитами (90 млн лет) массива Антампобато (Амбатови).

Еще более молодой тектоно-магматизм Мадагаскара характеризуется наличием габбровых (андезиты, базальты), гранитных (липарит), нефелиновых (фонолиты), нефелино-пироксенитовых (анкаратриты) и пироксенитовых (анкарамиты) лав, так что этот остров – место многочисленных проявлений вулканизма. В течение мелового времени крупные трещинные излияния магмы дали большие площади мощных лав на восточном и западном побережьях, например, лавовый массив Андруа. В конце третичного времени и в антропогене возникли вулканические массивы Амбр, Анкайзина, Анкаратра, Бобаомби и Итаси. В последнем некоторые лавы перекрывают аллювий с обугленным лигнитом, возраст которого по ^{14}C равен 8000 лет. Массив Бобаомби на крайнем севере Мадагаскара сложен миоценовыми лавами. Гора Амбр – это огромная масса базальта с поздне третичными лавами, игнимбритами и др. Анкайзина состоит из эоценовых вулканитов, а вулкан Манонгариво – это пример извержений третичного и четвертичного времени. В бассейне Диего, на горе Франсез и в Виндзор Касл эоценовые известняки переслаиваются с лавами раннетретичного возраста.

Мадагаскарский катархейский щит – это и область с около 20 эпицентрами землетрясений силой более 6 баллов, но никогда не достигавших 8 баллов. Их регистрирует сейсмообсерватория в Тананариво на участке, сложенном чарнокитами и расслоенными гранитами обнаженного здесь Мадагаскарского щита. Сила землетрясений в разных местах такова: 5–6 баллов в Анжозоробе, Мораманге и Царатанане, 5 в Бриккавилле, Тананариво и Фенериво, 4 в Анцирабе, Бефандриане, Бриккавилле и Фулпойнте, 3–4 в Сен-Мари и 3 балла в Амбоситре и Кандрео.

На Мадагаскаре имеется и более 175 источников горячих вод. Некоторые (Анцираб, Раномафана) каптированы и оборудованы для терапевтической медицины, хотя другие, менее известные, также целебны. Несколько гидротерм (до 52°C) имеется в вулканической области Анцираб. Они очень похожи на воды знаменитого курорта Виши во Франции и интересны тем, что концентрации бикарбоната натрия, кремния и газов не постоянны, и из этих вод осаждаются известковый и кремниевый тра-

вертины. Когда-то долина Анцираб славилась множеством выходов газа и горячих вод. Сейчас же здесь прямо на местах их бывших выходов копают в земле “ванны”, и сама природа наполняет их горячей водой.

Другие вулканогенные гидротермы выявлены в Итаси и районе Фарацио. Это – Анкадинанаари и Раномафана-Соавинандриана (45°C), Массиндра (45-50), Масаона (52-55) и Маацинжо (29°), в которой осаждаются волокнистый и глобулярный арагонит, похожий на арагонит Карловых Вар в Богемии. Западнее Фарацио весьма посещаем источник Раномафана-Саасаротра (64°C). Восточнее Амбилоба и в тальвеге долины Самбирано действуют сверхгорячие гидротермы (60-75°C) Андавакоэра с сульфатными, бикарбонатно-натриевыми, слабо сернистыми очень слабогазированной водами. Западнее Самбавы – несколько гидротерм температурой 30-60°C. Между Доани и Мароанцетрой источник Амбодиангезока мощно фонтанирует очень горячей (70°C) водой. Северо-западнее Тананариво – источник Раномафана-Икопа, а восточнее Фианаранцоа – гидротерма Раномафана-Наморона снабжают бани и бассейны водой температурой 40-47°C. Вода поступает из трещин в коренных породах, имеет иногда серный запах и содержит сульфаты и бикарбонат натрия. В осадочных же породах районов Морондава и Тюлеар, что в западной части острова, выявлена также многочисленная группа горячих гидротерм. Среди чаще цитируемых из них – сернистая Анкилимаасоа (50°C), Амбия, Андроици и Бевао близ битуминозных/нефтяных песков Бемоланги (на юго-востоке Морондавы), сернистая с бикарбонатом и хлоридом натрия Царимпиоки (45°C) в дельте р. Мангоки, сернистая, сульфатная и хлоридная Раномэ (45°C) на юге Тонгобори. На крайнем юго-востоке известны гидротермы Раномафана-Таноси (45°C) и высокодебитная Бетаймборака (50?60°C). Эти гидротермы и выходы газов (сернистые фумаролы, мофетты CO₂) – современные проявления вулканизма на обнаженной и погребенной частях Мадагаскарского катархейского щита [27, 28].

Вблизи идущего от м. Сен-Андре на юг-юго-восток главного для Мадагаскара разлома, восточнее которого простирается с севера на юг западная граница обнаженного тела щита, находятся нефтяные пески Бемоланги. Суммарные геологические подсчитанные здесь запасы нефти/битума равны 3 млрд т в континентальных песках среднего триаса – нижней юры толщиной 200 м. Они залегают на участке площадью здесь 600 км², непосредственно на погребенном горстовидном выступе Мадагаскарского щита. По региональному геологическому профилю, идущему с запада на восток по линии от гранитного интрузива Андрафиавело мелового возраста через интрузив габбро Фонже и нефтяное месторождение Бемоланга до миоценовой громадной вертикальной долеритовой дайки Амбатоменти, геологическая ситуация имеет следующий вид. Интрузив Фонже и дайка Амбатоменти обнажаются на земной поверхности, гранитный плутон Андрафиавело, что в 90-95 км западнее Бемоланги, перекрыт отложениями средней и верхней юры, а также мела. Восточнее же этого плутона на протяжении 2-х км обнажается на земной поверхности базальтовый поток-покров, лежащий на отложениях мелового возраста.

Между интрузивом Фонже и нефтяными песками Бемоланги на земную поверхность выходят две крупные вертикальные дайки липарита.

Суммарная мощность осадочной толщи в Бемоланге небольшая. Нефтяные пески содержат множество мелких вертикальных и наклонных вулканических даек и жил, и чем больше их на единицу площади, тем богаче насыщены нефтью/битумом пески. В трещинах и жеодах-вакуолях этих даек и жил также встречаются включения битума или его импрегнация.

Нефтенасыщенность песков хорошо видна во множестве их обнажений по долинам рек в урочищах Бедоа, Беколози, Бемоланга, Кам Дриз, Мароабоали, Мициотаки и Фолякара, а также по керну из 62-х скважин глубиной 30–35 м. Эта нефтенасыщенная толща складывается переслаивающимися слабо сцементированными, слегка полевошпатовыми, косослоистыми, среднезернистыми белыми песками и серыми песчанистыми глинами с крупными известковыми нодулями. На долю проницаемых песков, содержащих 1–8 % (по массе) битума/нефти, приходится 125 м из 200 м. По данным бурения 62 скважин и изучения обнажений, удалось не только подсчитать запасы нефти в 3 млрд т, но и подготовить к разработке три участка. Один из них (для карьерной нефтедобычи) находится на левом берегу р. Мициотаки и содержит песок толщиной 30 м с концентрацией битума/нефти 6 %. Второй участок – это площадь Бедоа с 5,8 % -ным содержанием нефти и толщиной песка 15 м. Третьим участком является площадь Кам Дриз, где битуминозность 7–8 %, а толщина песка 10–30 м. В недрах этих трех участков подсчитаны запасы нефти, равные 100 млн т. Ее плотность 982 кг/м³, вязкость 16 Па·с и сернистость 5,17 % по массе. Мальгашское племя сакалавов с давних времен использовало этот битум для конопачения лодок [27, 28, 51].

Сино-Корейский щит – это крупнейший на Корейско-Китайской платформе выступ архейских и протерозойских кристаллических метаморфических и изверженных горных пород, слагающих и КФ многих нефтегазоносных осадочных бассейнов этой платформы. Щит на северо-западе ограничен разломом, простирающимся от Шеньяна на Цзынань вдоль края грабена Ляохэ и далее через Бохайваньский и Ляодунский заливы Желтого моря; на севере – крайним восточным отрезком Главного Трансевразийского широтного линеамента (краевого шва Китайского кратона); на востоке – разломом, трассирующимся от города Чхонджин (КНДР) до о-ва Уллындю в Японском море; на юго-востоке – разломом, прослеживаемым от устья Янцзыцзян через о-в Чечжудо Желтого моря и юго-восточную оконечность Корейского п-ова до о-ва Уллындю; на юго-западе – зоной разлома, идущей от западного края Шаньдунского кристаллического массива до устья Янцзыцзян. Растяжение тела Сино-Корейского щита связано с апвеллингом верхнемантийного материала вследствие движений Тихоокеанской плиты, обусловивших в мезозойское-кайнозойское время вулканизм, геотермоаномалии, нынешнюю сейсмичность и разломно-блоковую тектонику. Наиболее отчетливо крупные разломы выражены на Ляодунском п-ове КНР и в Корее и имеют либо широтное,

либо северо-восточное простирания. Особое значение имеет разлом на продолжении северной границы Северо-Китайской плиты. На материке он проходит через район Пекина в Желтое море и далее к южному концу Ляодунского п-ова, а затем на соединение с разломом вдоль края кристаллического массива Кенги и Пхённамской впадины КНДР. С этим разломом и Северо-Шенлийским ныне еще активным рифтом связано и образование Бохайваньского залива. Шаньдунский блок Сино-Корейского щита на фоне его общего погружения в юго-западном направлении характеризуется сложным мозаично-блоковым тектоническим строением в результате поздне меловых яньшанских подвижек.

На щите имеется много юрских и меловых гранитных плутонов, а также покровы кайнозойских щелочных базальтов, что вместе с современной сейсмичностью свидетельствует о неотектонической активности Сино-Корейского щита. Наибольшее воздымание испытала его северная часть, где альтитуды земной поверхности достигают 1500–2000 м, и известны крупные молодые вулканы [3, 20]. Именно здесь, на границе Китая и КНДР, расположена высокогорная вулканическая область площадью 45 тыс. км² с рельефом плато, на котором имеется серия вулканических конусов. Крупнейший из них – вулкан Пэктусан, вершина которого находится на высоте 2750 м над уровнем моря. Конус этого вулкана с кратером диаметром 8 км и кратерным озером глубиной 370 м сложен липаритами, трахитами и игнимбритами плейстоцен-антропогена. Извержения были взрывными, катастрофическими. Южный склон Пэктусана утопает в рыхлых вулканических продуктах – серой и черной тефре, под которой погребены 680–1410 лет назад большие массивы первичных лесов, согласно ¹⁴C их обгорелой древесины. Установлено 16 активизаций этого вулкана за период с 580 до 1898 г. Выпадения тефры приводили к лесным пожарам. Суммарный объем выбросов около 50 км³ [22].

Сино-Корейский щит характеризуется и нефтегазоносностью в Северном Китае, КНДР и Южной Корее. Так, в материковой части КНДР, в области Сеоханман (восточнее Нампо), добывалось 31,5 м³/сут нефти в 1985 г., а севернее, в бассейне Анчжу, – 11 м³/сут. Над склоном Сино-Корейского щита, погребенным под осадками Западно-Корейского залива, где на островах местами обнажаются граниты щита, бурением оцениваются запасы нефтяного месторождения в осадочной толще желтоморского континентального шельфа [56]. В северной части щита выделяется в КНР Яньшанский авлакоген, заполненный преимущественно средне- и верхнепротерозойскими кристаллическими известняками, доломитами и мраморами, сводная мощность которых более 9 км, а изотопный возраст 800-1850 млн лет. В обнажениях этой толщи закартировано 65 естественных выходов жидкой нефти и твердого битума. Жидкая нефть высачивается из кристаллических карбонатов Тилинь и Вумишань, а битуминозный кварцит Лоньтанчжоу базального горизонта линзовидной формы с изотопным возрастом 1 млрд лет залегает на КФ этого авлакогена. Содержание битума в кварците/кварцитопесчанике достигает 8-15 %. Горная масса, вмещающая битуминозный кварцит, это – формация Зямальян.

Она интродуцирована силлами габбродиабазов с изотопным возрастом около 763 млн лет, и считается, что битум в этом кварците/кварцитопесчанике является остатком древней нефтяной залежи, подвергшейся термодеструкции в течение раннего рифея [66]. В осадочной толще, под которой погребен склон Сино-Корейского щита в Ляодунском заливе Желтого моря, разрабатывается морское месторождение Цзыньчжоу-20?2. На площади 50 км² оно содержит 13,5 млрд м³ природного газа, 3,8 млн м³ конденсата и 5,3 млн м³ нефти в продуктивной зоне толщиной 7-60 м на глубине 2140–2372 м. Добыча измеряется 1,5 млн м³/сут газа и 480 м³/сут конденсата [6]. Ляодунский п-ов – это блок Сино-Корейского щита. В северной части сложен кварцитами, кристаллическими карбонатами и сланцами серии Ляохэ (зеленокаменная фация метаморфизма), смятыми в линейные складки и прорванными гранитами изотопным возрастом 1400 млн лет, а на остальной части п-ова – более древними изверженными и метаморфическими (гранулиты, амфиболиты) породами с гранитами, мигматитами и чарнокитами, в том числе Аньшанским железорудным комплексом с изотопным возрастом его джеспилитов в 3100–3400 млн лет [20,66].

В Северном Китае находится газонефтяное месторождение Синлонтай, выявленное в грабене Ляохэ (неглубокого прогиба, вдоль которого следует р. Ляохэ, а на продолжении возник Ляодунский залив Желтого моря). Коллекторами нефти и газа в Синлонтай являются архейский, слабо метаморфизованный гранит КФ, лежащие на нем мезозойские гранитные брекчии-дресва, эффузивная толща мезозойских андезитов и базальтов, а также конгломерат/гравелит базального горизонта палеогена. Во всех этих породах архея, мезозоя и палеогена располагается гидродинамически единая массивно-пластовая нефтяная залежь толщиной 500 м, а её газовая “шапка” высотой около 180 м – в мезозое-палеогене. У Бохайваньского же залива, южной границей которого является северное побережье Шаньдунского п-ова, где находится Шаньдунский кристаллический массив Сино-Корейского щита, разрабатываются нефтяные залежи месторождения Леньцу в сводообразном выступе – палеоэрозионном холме КФ, а также отдельно от него – в отложениях кембрия, палеогена и эоцена. Самая крупная нефтяная залежь – в синийском (рифейском) кристаллическом известняке/долomite верхней части КФ, сложенного филлитами, шиферными сланцами, кристаллическими карбонатами и кварцитом. Но самым крупным в КНР месторождением нефти в осадочной толще и КФ является Шенли, расположенное частично на суше в устье Хуанхэ и частично в Бохайваньском заливе. С суммарными начальными доказанными извлекаемыми запасами нефти 3,26 млрд т на глубине 580-5795 м Шенли в течение последних 10 лет дает 30 -40 млн т/год нефти из 17 видов пород-коллекторов (песчаник, конгломерат, кристаллический известняк/доломит, базальт, гнейс, гранит) возрастом от 10 до 2600 млн лет, исключая меловой [6, 68].

Будучи покрыт на большей части третичными и четвертичными отложениями и обнажаясь преимущественно по глубоко врезанным реч-

ным долинам и балкам, Украинский щит (УЩ) площадью 200 тыс. км² является приподнятым сложно построенным складчатым кристаллическим цоколем Восточно-Европейской платформы. Он начинается на северо-западе у р. Горынь, в районе Полесья, протягивается на юго-восток широкой (до 150-200 км) и длинной (более 1000 км) полосой в междуречье Днестра и Днепра, пересекается ниже Днепропетровска Днепром, вновь приподнимается в Приазовском массиве, почти доходит до Мариуполя и в рельефе земной поверхности частично отражается холмами и грядами Приднепровской и Приазовской возвышенностей. Серия региональных разломов расчленяет УЩ на крупные, смещенные относительно друг друга, блоки – Днепровско-Бугский, Ингуло-Ингулецкий, Приазовский, Росинско-Тикичский, Северо-Западный и Среднеприднепровский, – которые отличаются стратиграфическим соотношением вулканитов, параметаморфитов, интрузивов, ультраметаморфитов и метасоматитов.

В Днестровско-Бугском, Приазовском, Росинско-Тикичском и Среднеприднепровском блоках архейская кристаллическая толща сложена амфиболитами, апопорфиритами (андезитовыми, дацитовыми и диабазовыми), гнейсами (в том числе графитоносными), гранитами, железистыми кварцитами, кальцифирами, кварцитами, кристаллическими сланцами, метаконгломератами, метапесчаниками и мраморами днестровско-бугской, западноприазовской, конско-верховцевской и росинско-тикичской серий. Архейская толща прорвана протерозойскими интрузиями изверженных пород – Коростеньским, Корсунь-Шевченковским, Новомиргородским, Приазовским и другими, меньшими, плутонами, а в бассейне Ингульца и Саксагани пересекается почти меридиональной полосой аркозов, железистых кварцитов, тальковых, хлоритовых, хлоритсерцитовых и других кристаллических сланцев более молодой саксаганской серии.

Протерозойский кристаллический комплекс УЩ развит широко и представлен амфиболитами, габброидами (габбро, габбро-нориты, лабрадориты, нориты), гнейсами (в том числе графитовые), гранитами (коростеньские, лезниковские, пержанские, рапакиви, трахитоидные граниты Новой Украинки и др.), диабазами, железистыми кварцитами, кальцифирами, карбонатитами, кварцитами, кристаллическими сланцами, лептитам, метапесчаниками, мраморами, туфами, фельзитами и щелочными ультрабазами бугской, ингуло-ингулецкой, криворожской, пугачевской, тетеревской, центральноприазовской и других серий и свит докембрия УЩ. В районе Коростеня и Житомира известны волыниты, габбро, габбро-нориты, граниты, лабрадориты и монцониты, близ Мариуполя – щелочные изверженные породы, в районе Овруча – спокойно залегающие кварциты и филлиты, а также метасоматиты и эффузивы, в Завалье – промышленно разрабатывающиеся графитоносные гнейсы, у Рокитно Ровенской области – габбродиабазы, возле Кривого Рога – оливиновые диабазы, синхронные рифейским базальтам бассейна Горыни [14, 16].

Достоверно установленные палеозойские и мезозойские отложения на УЩ не известны, если не принимать во внимание кору его выветривания, представленную каолинами толщиной от 2-3 до 70 м и имеющую

якобы палеозойский/мезозойский возраст. Тектоно-магматическая активизация щита началась гораздо позднее альпийской фазой диастрофизма с достаточно контрастными межблоковыми подвижками, в результате чего на большей части УЩ появился Днепровский буроугольный бассейн шириной до 100-160 и длиной более 670 км с промышленным угленакоплением в бучакской свите эоценового возраста. В основании этого осадочного разреза залегают преимущественно каолины, но местами встречаются мел-палеогеновые глины, известняки и пески. Значительные подвижки с явлениями некоторой сейсмичности происходили на УЩ в пределах Днепровского буроугольного бассейна и в позднечетвертичное время, что обусловило появление диапиров и складок вдоль Днепровского и меридиональных долгоживущих разломов. Известны даже буроугольные диапиры, инициированные малоамплитудными смещениями блоков УЩ, и в вышележающей осадочной толще этим смещениям соответствуют флексуры [14].

УЩ характеризуется и известной региональной нефтегазоносностью. Так, в виде заполнения трещин и каверн в амфиболитах и гранитах на глубине 380–900 м жидкая нефть наблюдалась на северо-восточном склоне УЩ, являющемся юго-западным моноклинальным бортом Днепровско-Донецкой впадины, в кернах из скв. 2-ГК, 8-ГК, 19-ГК, 1-А и 2-А, пробуренных трестом “Полтаванефтегазразведка” к 1973 г. на Кобелякской площади. Ростовский выступ УЩ юго-западнее Ростова-на-Дону и западнее Батайска является КФ Азовского газового месторождения, одного из самых крупных в этом газодобывающем районе. Оно находится над вершиной данного выступа, залегающего на глубине 360–400 м и сложенного архейско-протерозойскими трещиноватыми амфиболитами, гранитами, гранито-гнейсами и кристаллическими сланцами, выше которых лежат отложения палеогена или мела. Одна из газовых залежей, вскрытая в КФ скв. 78; 79; 87; 216; 253; 255 и 259 на глубине 370–385 м, разрабатывалась с индивидуальными рабочими дебитами до 9 тыс. м³/сут из КФ и 24 тыс. м³/сут газа суммарно из КФ и песчаников палеоцена. Газ, добытый здесь из КФ, содержит 92–94 % (по объему) метана; 2,3–3,4 тяжелых УВ; 4,0 азота; 0,07 кислорода и 0,01 % водорода. H₂S нет, но в газе из скв. 253 и 271 присутствует гелий (0,02–0,064 %) и 0,19 % аргона, что свидетельствует о происхождении природного газа Азовского месторождения в очаге, находящемся в глубинной части КФ [7].

Подземная атмосфера Украинского щита характеризуется восстановительной (H₂, CO, CH₄) газовой составляющей, которая все его изверженные и метаморфические горные породы пропитывает в абсорбированном виде или как часть содержимого ПФВ и межгранулярных (межкристалльных) полостей. В Белозерском и Конском районах Центральной части УЩ средние концентрации метана измеряются от 0,008 до 0,035 см³/г в породах кератофировой, мета- и ультрабазитовой формаций, а также от 0,010 до 0,037 см³/г в метасоматитах зон грейзенизации, пропицитизации, фенитизации и др. Альбититы же, амфиболиты, граниты, железистые кварциты, кератофиры, мигматиты и филлиты Верховцевского рай-

она УЩ содержат 0,003–0,032 см³/г метана, тогда как в Сурском районе УЩ концентрация метана амфиболитов определяется 0,003–0,067 см³/г, гранитов – 0,006–0,016, мигматитов – 0,001–0,080, плагиогранитов и тоналитов – 0,005–0,083, серпентинитов – 0,033–0,102 см³/г. В Криворожском же районе УЩ амфиболиты содержат 0,011–0,049 см³/г метана, аплиты – 0,021–0,204, гнейсы и кристаллические сланцы – 0,009–0,062, граниты – 0,014–0,029, кварцевые жилы – 0,008–0,031, магнетит-силикатные кварциты – 0,006–0,024, пегматиты – 0,023–0,026 и серпентиниты – 0,024–0,091 см³/г метана. Это установлено газохроматографическими анализами смесей разных газов, в специальных лабораторных условиях освобожденных из раздробленных до порошка образцов упомянутых пород [17]. В шахтах Криворожского железорудного бассейна УЩ отмечались вспышки горючего газа, выделявшегося из амфиболитов, обнаженных на стенках горных выработок, и из отбитой горной массы. Газовыделения обычно измерялись от 0,2–0,4 до 40–50 л/мин и длились несколько суток. В рудничном воздухе шахт Гвардейская и Имени Ленина содержание метана достигало 15 % в забое шнура главного квершлага, 45–50 % у груди забоя и 75–80 % в забое шнура восстающего 92-ой оси. Поэтому в забоях тупиковых горных выработок (особенно в восстающих) категорически запрещено курение, применение открытого огня, светильников не в исполнении повышенной надежности и заезд контактных электровозов. Известны здесь и случаи, когда в газе из шахт было не только до 80 % метана, но и 3,93 % тяжелых углеводородов [23].

Таким образом, из вышеизложенного явствует следующее. Щиты – это древнейшие главные тектонические элементы строения земной коры на мировом взморье. Они вовсе не являются “омертвевшими” участками земной коры и в последокембрийское время неоднократно подвергались и подвергаются ныне грандиозным дизъюнктивным дислокациям, например, Байкальской, Восточно- и Центрально-Африканской, простирающимся в длину на тысячи километров и до 100–150 км в ширину. Они пересекают щит от края до края и образуют рифтогенные седиментационные впадины с континентальным осадочным (озерно-речным) разрезом толщиной 4000–6000 м, как в грабене оз. Альберта Африки. Щиты часто прорываются алмазоносными кимберлитовыми, железорудными, карбонатитовыми и трапповыми трубками взрыва мезозойского и третичного возраста, подвергаются палеоген-неогеновой и нынешней вулканической, сейсмической и гидротермальной (питающей фонтанирующие источники пресных и минеральных вод температурой 30–100°C) деятельности. И эти события и процессы геологической ревивификации таких старых “трупов”, как Алданский, Антарктический, Аравийский, Африканский, Гренландский, Мадагаскарский и Сино-Корейский щиты, 180–535 млн лет после их “смерти и мумификации” не совместимы ни с гипотезой фиксизма, ни с канонами плитовой тектоники [41].

А постоянное, в общем, присутствие, CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀, других УВ и нефти или нефтяных битумов в микро- и макро-ПФВ алмазов, кимберлитов, перидотитов, их мантийных ксенолитов и других извержен-

ных пород щитов; дышащее сотни миллионов лет свободное “углеводородное дыхание” последних и приуроченность немислимого индивидуального размера (до 480?600 млрд т) нефтяных месторождений к щитам и их склонам свидетельствуют не только об естественном неорганическом высокотемпературном происхождении нефти и природного газа, но и о баснословно огромном нефтегазовом потенциале кристаллического тела щитов, КФ осадочных бассейнов, верхней и даже нижней мантии, ведь и в ПФВ нижнемантийных алмазов Бразилии уже найдены нефтяные битумы [2]. Щиты и КФ осадочных бассейнов – это незаурядно перспективный объект поисков нефти и газа большого будущего.

1. Воробьева О.А. Главные особенности размещения и формирования щелочных пород // Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии. – М.: Наука, 1969. – С. 62?81.

2. Гожик П.Ф., Краюшкин В.А., Клочко В.П. и др. Неорганическое происхождение нефти: от геологической к физической теории // Геол. журн. – 2005. ? № 2. – С. 35?43.

3. Де Ситтер Л.У. Структурная геология. – М.: И*Л, 1960. – 474 с.

4. Зубков В.С. Тяжелые углеводороды в мантийном флюиде Земли. – Автореф. докт. дисс... ? Иркутск, 2005. – 44 с.

5. Ирдли А. Структурная геология Северной Америки. – М.: И*Л, 1954. – 665 с.

6. Краюшкин В.А. Абиогенно-мантийный генезис нефти. – Киев: Наук. думка, 1984. – 176 с.

7. Краюшкин В.А., Клочко В.П., Бялюк В.О. и др. Нефтегазовый потенциал акватории Азовского моря. – Киев: УНГИ, 1995. – 166 с.

8. Макаров К.К. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности южного склона Анабарской антеклизы (Восточная Сибирь). – Автореф. канд. дисс... ? Ленинград: ВНИГРИ, 1970. – 16 с.

9. Маковский С.А. Вокруг да около. Избранное. – М.: Салмус, 1993. – 89 с.

10. Маракушев А.А. Природа эндогенной активности Зевли и других планет Солнечной системы // Сов. геология. – 1990. ? № 8. – С. 3?15.

11. Мисра Дж. С. Нефтяная разведка в Индии: состояние проблемы и перспективы // Геол. журн. – 1990. ? № 1 – С. 60?72.

12. Петерсилье И.А., Павлова М.А., Малашкина В.Т. и др. Органическое вещество в изверженных и метаморфических горных породах // Генезис нефти и газа. – М.: Недра, 1967. – С. 342?350.

13. Прасолов Э.М., Семенов В.С., Травникова Л.Г. и др. Углеводородные газы в параметаморфических породах Антарктиды // Нефтегазообразование на больших глубинах. – М.: МГУ, 1986. – С. 482-483.

14. Радзивилл А.Я., Гуридов С.А., Самарин М.А. и др. Днепровский бурогольный бассейн. – Киев: Наук. думка, 1987. – 328 с.

15. Самсонов В.В. Иркутский нефтегазоносный бассейн. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1975, – 197 с.

16. Семенов Н.П. Геолого-тектоническая карта Украинского щита. Масштаб 1:1 000 000. – Киев: Изд-во АН УССР, 1964.

17. Семенов Н.П., Великанов Ю.Ф., Джелнач Н.И. и др. Восстановительная газовая составляющая подземной атмосферы на примере центральной части Украинского щита. – Киев. 1985. – 61 с. – (Препринт/АН УССР. ИГФМ; 85).

18. Справочник по нефтяным и газовым месторождениям зарубежных стран. В двух книгах. Кн. 2/Ред.: И.В. Высоцкий. – М.: Недра, 1976. – 584 с.

19. Терещенко А.Н. О мезозойско-кайнозойском этапе миграции углеводородов на северном склоне Алданского щита // Закономерности образования и размещения

промышленных месторождений нефти и газа. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 322-327.

20. Хаин В.Е. Региональная тектоника. Внеальпийская Азия и Австралия. – М.: Недра, 1979. – 356 с.

21. Чайка В.М. Металлоносность жерловых фаций молодых вулканов Ахагарского свода (Центральная Сахара) // Современный вулканизм и связанные с ним геологические, геофизические и геохимические явления. – Тбилиси: Мецнизреба, 1980. – С. 152-153.

22. Чичагов В.П., Рим Квон Мук. Вулканическая область и вулкан Пэктусан в КНДР: современный рельеф, вулканизм и экологическая катастрофа // География и природные ресурсы. – 1990. – № 2. – С. 154-159.

23. Янов А.П., Лубенец В.А., Попович С.П. и др. Предупредить вспышки горючих газов при проведении горных выработок на шахтах Криворожского бассейна // Безопасность труда в промышленности. – 1968. – № 9. – С. 15-17.

24. Alsharhan A.S., Kendall C.G. Precambrian to Jurassic rocks of Arabian gulf and adjacent areas: their facies, depositional settings, and hydrocarbon habitat // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1986. – 70, No. 8. – P. 977-1002.

25. Barghoorn E.S., Meinschein W.G., Schopf J.W. Paleobiology of a Precambrian shale // Science. – 1965. – 148, No. 3669. – P. 461-472.

26. Beeby-Thompson A. Oil-Field Exploration and Development. In Two Volumes. Vol. 1. Oil-Field Principles. – London: Techn. Press, 1950. – 546 p.

27. Besairie H. Precis de Geologie Malgache. – Tananarive: Imprimerie Nationale, 1973. – 144 p. (Annales Geologiques de Madagascar. Fascicule № 36).

28. Besairie H., Collignon M. Geologie de Madagascar. – I. Les terraines sedimentaires. – Tananarive: Imprimerie Nationale, 1971. – 463 p. (Ibid., Fasc. № 35).

29. Cooper A.K., Davey F.J. Sedimentary basins in Ross Sea, Antarctica // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1986. – 70, No. 7. – P. 917-918.

30. Deines P., Harris J.W., Spear P.M. et al. Nitrogen and ^{13}C content of Finsh and Premier diamonds, and their implication // Geolchim. Cosmochim. Acta. – 1989. – 53, No. 6. – P. 1367-1378.

31. De Rojas I. Geological evaluation of San Diego Norte Pilot Project, Zuata Area, Orinoco Oil Belt, Venezuela // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1987. – 71, No. 10 – A. – P. 1294-1303.

32. Edgell H.S. Proterozoic salt basins of the Persian Gulf and their role in hydrocarbon generation // Precambrian Research. – 1991. – 54, No. 1. – P. 1-14.

33. Evans W.D., Norton R.D., Cooper R.S. Primary investigations of the oliferous dolerite of Dypvica, Arendal, S. Norway // Advances in Organic Geochemistry. – Oxford: Pergamon, 1964. – P. 202-214.

34. Exploration: Yemen // Oil and Gas J. – 1993. – 91, No. 33. – P. 89.

35. Exploration and Development // Idid. – 2005. – 103, No. 8. – P. 38.

36. Fischer P.A. What's new in exploration. Earlier life // World Oil. – 2006. – 227, No. 7. – P. 19.

37. Gorin G.E., Racz L.G., Waiter M.R. Late Precambrian-Cambrian sediment of Huqf group, Sultanate of Oman // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. – 1982. – 66, No. 22. – P. 2609-2627.

38. Hoffmann C.F., Strausz O.P. Bitumen accumulation in Grosmont platform complex, Upper Devonian, Alberta, Canada // Ibid. – 1986. – 70, No. 9. – P. 1113-1128.

39. Hugo P.S. Helium in the Orange Free State goldfields // Dep. Mining. Bull. – 1963. – 39, No.2. – P. 140-148.

40. Kelly W.C., Nishioka G.K. Precambrian oil inclusions in late veins and the role of hydrocarbons in copper mineralization at White Pine, Michigan // Geology. – 1985. – 13, No. 5. – P. 334-337.

41. Krayushkin V.A., Belousov V.V., Skobelin E.A. et al. Critical Aspects of the Plate Tectonics Theory. In Two Volumes. Vol. I. Criticism of the Plate Tectonics Theory. – Athens: Theophrastus Publications, 1990. – 435 p.

42. *Kvenvolden K.A., Roedder E.* Fluid inclusions in quartz crystals from South-West Africa // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1971. – **35**, No. 12. – P. 10. 1209-1229.
43. *McGillivray J.G., Husseini M.J.* The Paleozoic petroleum geology of Central Arabia // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1992. – **76**, No. – P. 1473-1490.
44. *Melton Ch. E., Giardini A.A.* The composition and significance of gas released from natural diamonds of Africa and Brazil // *Amer. Mineralogist.* – 1974. – **59**, No. 7-8. – P. 775-782.
45. *Mencher E., Fichter G., Rentz H.H. et al.* Geology of Venezuela and its oil fields // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1953. – **37**, No. 4. – P. 690-777.
46. *Mitchell R. S., Giardini A.A.* Some mineral inclusions from African and Brazilian diamonds: their nature and significance // *Amer. Mineralogist.* – 1977. – **62**, No. 7-8. – P. 756-762.
47. *Niger settlement could kick off \$ 55 million program* // *Oil and Gas J.* – 2004. – **102**, No. 36. – P. 35-37.
48. *Obaje N.C.* Deep-seated lacustrine source rock may occur in Gongola Basin, Nigeria // *Ibid.* – 2005. – **103**, No. 26. – P. 29-34.
49. *Oil in granite concept due tests under Athabasca area* // *Ibid.* – 2002. – **100**, No. 37. – P. 49.
50. *Patton D.K., Kashambuzi R., Rubondo E.N.T.* Active seeps, investment climate draw interest to Uganda // *Ibid.* – 1995. – **93**, No. 18. – P. 125-130.
51. *Powers S.* Notes on minor occurrences of oil, gas and bitumen with igneous and metamorphic rocks // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1932. – **16**, No. 8. – P. 837-858.
52. *Rach N.M.* Cairn Energy drilling in Rajasthan // *Oil and Gas J.* – 2005. – **103**, No. 25. – P. 45-47.
53. *Requejo A.G., Hollywood J., Halpern H.I.* Recognition and source correlation of migrated hydrocarbons in U.Jurassic Harihiv Formation, Jameson Land, East Greenland // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1989. – **73**, No. 9. – P. 1065-1088.
54. *Rona P.A.* Hydrothermal mineralization at oceanic ridges // *Canad. Mineralogist.* – 1988. – **26**, Part 3. – P. 431-465.
55. *Scotese Ch.R., Lawrer L.A., Sclater G. et al.* Plate tectonic evolution of Circum-Antarctic passive margins // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1987. – **71**, No. 5. – P. 611-612.
56. *S. Korea assessing N. Korea development* // *Oil and Gas J.* – 2005. – **103**, No. 37. – P. 5-8.
57. *St. Johns B.* Antarctica – geology and hydrocarbon potential // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1984. – **68**, No. 9. – P. 1206-1207.
58. *Stevenson J., Mancuso J., Frizado J. et al.* Solid pyrobitumen in veins, Panel Mine, Elliot Lake District, Ontario // *Canad. Mineralogist.* – 1990. – **28**, No. 2. – P. 161-169.
59. *Sugisaki R., Mimura K.* Mantle hydrocarbons: Abiotic or biotic? // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1994. – **58**, No. 11. – P. 2527-2542.
60. *Tigert T.T.* Handling of methane at Central Patricia Mine // *Canad. Min. Metal. Bull.* – 1951. – **27**, No. 2. – P. 37-40.
61. *Total group has hefty oil find in South Yemen* // *Oil and Gas J.* – 1995. – **93**, No. 34. – P. 29-30.
62. *Uganda discoveries turn heads, but production may be distant* // *Ibid.* – 2006. – **104**, No. 33. – P. 56-58.
63. *Vaughan D.C., BEDMAP Consortium, Liu H. et al.* Antarctica: A New Age of Exploration. – Washington, D.C.: Nat. Geogr. Maps, 2002. – 16 p.
64. *Vigrass L.W.* Geology of Canadian heavy oil sands // *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* – 1968. – **52**, No. 10. – P. 1984-1999.
65. *Walter M., Swart R., Summons R.* Oil and gas shows numerous in Nama basin, southern Africa // *Oil and Gas J.* – 1996. – **94**, No. 48. – P. 76-80

66. *Wang Tie Guan*. A novel tricyclic terpane biomarker series in the Upper Proterozoic bituminous sandstone, Eastern Yanshan region // *Science in China. Series B.* – 1991. – 34, No. 4. – P. 479-489.

67. *Weaver O.D., Houde Y.* Western Australia: oil and gas potential. Part 1 // *Oil and Gas J.* – 1980. – 78, No. 2. – P. 139-142.

68. *Xiaojun W.* Shengli oilfield strides toward becoming China's biggest // *Erdoel und Kohle/Oil, Gas-European Mag.* – 1987. – No.2. – P. 10-11

Традиційно щити розглядаються як “мертві”, стабільні сегменти континентальної літосфери Землі. Однак, їх диз'юнктивна активність, магматизм, сейсмічність і нафтогазоносність, які мали місце багато мільйонів років там після докембрійського часу, не дозволяють підтримувати вищезгадану точку зору.

Traditionally, the shields are considered as the “dead”, stable segments of the Earth's continental lithosphere. However, their disjunctive activity, magmatism, seismicity and presence of oil and gas that have taken place there many million years after the Precambrian time do not allow to confirm the aforesaid point of view.