

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК,
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ им. С. И. СУББОТИНА

**ОСОБЕННОСТИ
ГЛУБИННОГО
СТРОЕНИЯ
ЗЕМНОЙ
КОРЫ
И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ОБОСНОВАНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКОГО
ГЕНЕЗИСА НЕФТИ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

УДК 551.241 : 553.98.36 (477)

Особенности глубинного строения земной коры и теоретические обоснования неорганического генезиса нефти: Сб. науч. тр.— Киев: Наук. думка, 1982.— 328 с.

В сборнике рассматриваются проблема природы и условия образования нефти в аспекте современных представлений о развитии Земли, как планеты и геохимические процессы, присущие различным по глубине зонам. Используются современные данные по тектоносфере Земли для обоснования образования всех нефтяных провинций с позиций представлений о глубинном неорганическом синтезе нефти.

Для геофизиков, геологов-нефтяников, преподавателей и студентов геологоразведочных факультетов.

Библиогр. в конце статей.

Ответственный редактор

В. Б. ПОРФИРЬЕВ

Редакция информационной литературы

**ОСОБЕННОСТИ
ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ
И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА НЕФТИ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Утверждено к печати ученым советом
Института геологических наук АН УССР

Редакторы *Т. В. Ковтуненко, Т. В. Кацовецко*

Художественный редактор *И. Т. Лазутин*

Технический редактор *Т. С. Березяк*

Корректоры *Л. Н. Рогова, Л. М. Тищенко*

Информ. бланк № 4108

Сдано в набор 18.01.82. Подп. в печ. 09.08.82. БФ 00282.
Формат 60×90/16. Бум. тип. № 1. Обыкн. нов. гарн.
Выс. печ. Физ. печ. л. 20,5+0,75 л. вкл. Усл. печ. л. 21,25.
Усл. кр.-отг. 21,78. Уч.-изд. л. 24,44. Тираж 1000 экз.
Заказ 1—3279. Цена 4 руб.

Издательство «Наукова думка», 252601 Киев, ГСП, Репина, 3.
Отпечатано с матриц головного предприятия республиканского
производственного объединения «Поліграфкинг», 252057,
Киев-57, Довженко, 3 в Киевской книжной типографии научной
книги, 252004, Киев, Репина, 4. Зак. 2-710.

О 1904050000-459
M221 (04)-82 271-82.

© Издательство «Наукова думка», 1982

ОТ РЕДАКТОРА

Данный сборник представляет собой логическое продолжение серии работ отдела геологии и генезиса нефтяных и газовых месторождений Института геологических наук АН УССР и Института геофизики АН УССР. В нем рассматриваются кардинальные вопросы проблемы познания природы, условия образования нефтяных углеводородов и закономерности формирования их промышленных скоплений.

Образование скоплений нефти, от гигантских до ничтожных, определяется действием ряда факторов: химических процессов образования самих нефтяных углеводородов, условий для процессов перемещения (миграции) нефти, наличием благоприятных тектонических структур-ловушек. Все это связано с представлениями о развитии Земли как планеты и многими другими.

Но убедительный ответ на каждый из этих вопросов необходим для создания аргументированного основного представления об истинной природе нефти — является ли она, согласно наиболее популярной в настоящее время концепции, действительно продуктом превращения в процессах мягкого метаморфизма захороненного в рассеянной форме в глинистых породах органического вещества, что соответствует начальным стадиям метаморфизма ископаемых углей. В дальнейшем в благоприятных тектонических условиях диспергированные или растворенные углеводороды выпадают из раствора и, концентрируясь, образуют реальное скопление («месторождение» нефти).

В развитие этой схемы опубликовано большое количество статей, сборников и монографий, посвященных аргументации этой схемы и попыткам приложения ее к объяснению процессов образования нефтяных и газовых месторождений известных газонефтеносных провинций.

Исходя из этих основных представлений о природе нефти, сторонники органической теории вынуждены ограничивать предельные глубины, где еще были возможны процессы образования и сохранения нефти, и геологические формации, содержащие породы, которые могли быть относимы к типу «нефтематеринских». При этом области развития кристаллических

В. Б. Соллогуб, А. В. Чекунов
Институт геофизики АН УССР, Киев

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, СУЩЕСТВЕННЫЕ ДЛЯ ВОЗМОЖНОЙ МИГРАЦИИ И СКОПЛЕНИЯ ЮВЕНИЛЬНЫХ ФЛЮИДОВ

Геофизические исследования твердой оболочки Земли сами по себе не могут дать ответ на вопрос о том, какое происхождение — биогенное или неорганическое — имеют нефть и углеводородные газы. По данным этих исследований можно судить лишь о строении земной коры и более глубоких оболочек Земли и распределении в них физических параметров. На этой основе, с учетом соответствующих термодинамических обстановок, возможны оценки вероятного петрологического состава глубинных зон, иногда их физического состояния, а в историческом аспекте, путем сравнительного анализа, — суждения об эволюционных изменениях тектоносферы и механизме тектогенеза.

В то же время геофизические данные о строении земной коры весьма существенны для определения возможных путей миграции и мест скопления глубинных флюидов, как рудоносных, так и нефтегазовых, если таковые существуют.

В целом земная кора имеет неоднородное слоисто-блоковое строение [1, 2 и др.]. Толщина коры, определяемая гипсометрическим положением раздела Мохоровичича (М), и особенности ее внутреннего устройства меняются от региона к региону. Эти изменения не хаотичны, а подчинены определенным закономерностям, отражающим тесную пространственную и генетическую взаимосвязь между глубинными и приповерхностными геологическими структурами. По вертикали неоднородности коры группируются в отдельные структурно-петрографические комплексы («слои») с общим преимущественно монотонным нарастанием величин физических параметров с глубиной. На фоне этого основного мотива вертикальной зональности во многих регионах наблюдаются отклонения в виде появления слоев с пониженными скоростями распространения упругих волн и плотностями — волноводов. В целом, однако, значение «базальтовой» компоненты (основные пород) к низам коры увеличивается. Латеральная дискретность (блоковость) коры обуславливается многочисленными субвертикальными, а зачастую и весьма пологими, разломами различного масштаба и ранга, наиболее значительные из которых — глубинные — зарождаются в мантии и являются сквозными, транскоровыми.

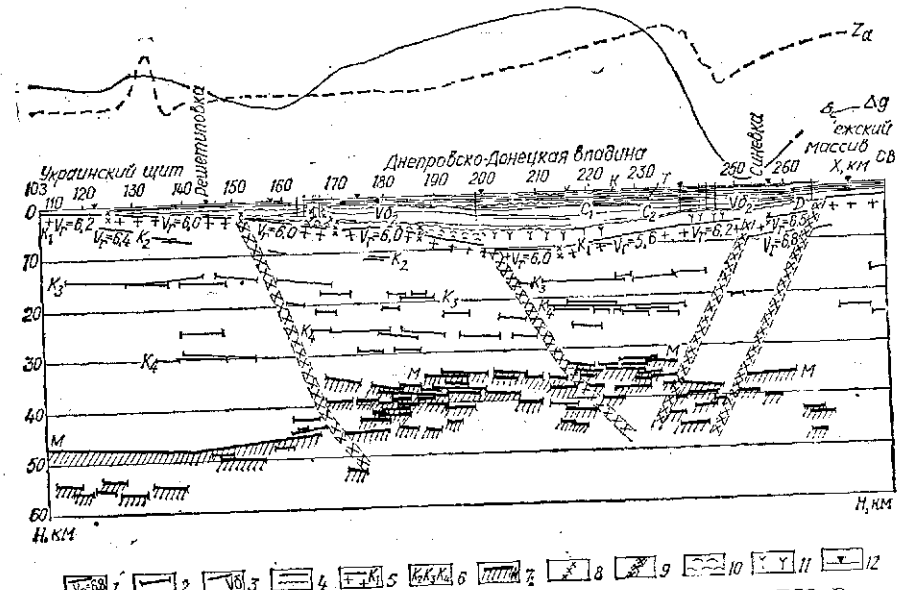


Рис. 1. Сейсмогеологический разрез земной коры по профилю ГСЗ Решетилровка — Синевка. Отчетливо выражен подъем поверхности мантии (раздела М) под Днепровско-Донецким нефтегазоносным бассейном. Видны идущие из мантии глубинные разломы — возможные пути миграции ювенильных флюидов.

1 — преломляющие горизонты с указанием значений гранитных скоростей (км/с); 2 — отражающие площадки; 3 — сейсмические границы в осадочной толще; 4 — геологические границы в осадочной толще; 5 — поверхность кристаллического фундамента; 6 — сейсмические (отражающие) границы в консолидированной коре; 7 — разломы; 8 — разломы; 9 — глубинные разломы; 10 — отложенная поверхность мантии (раздел М); 11 — вулканогенные отложения; 12 — пункты взрыва.

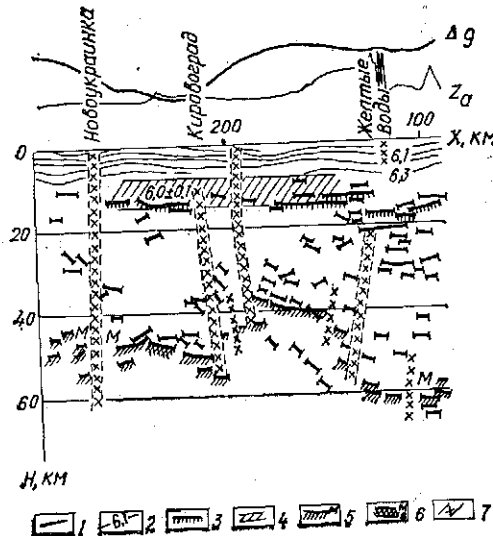


Рис. 2. Фрагмент сейсмогеологического разреза земной коры по VIII профилю СГЗ вдоль Украинского щита (Кировоградский участок). В верхней части коры виден слой с пониженными скоростями распространения упругих волн (волновод) — возможная зона повышенной трещиноватости пород.

1 — отражающие площадки; 2 — линии изоскоростей (км/с); 3 — протяженный отражающий горизонт в консолидированной коре; 4 — слой с пониженными скоростями (км/с); 5 — отражающие элементы раздела М; 6 — преломляющие элементы раздела М (с указанием скорости, км/с); 7 — разломы.

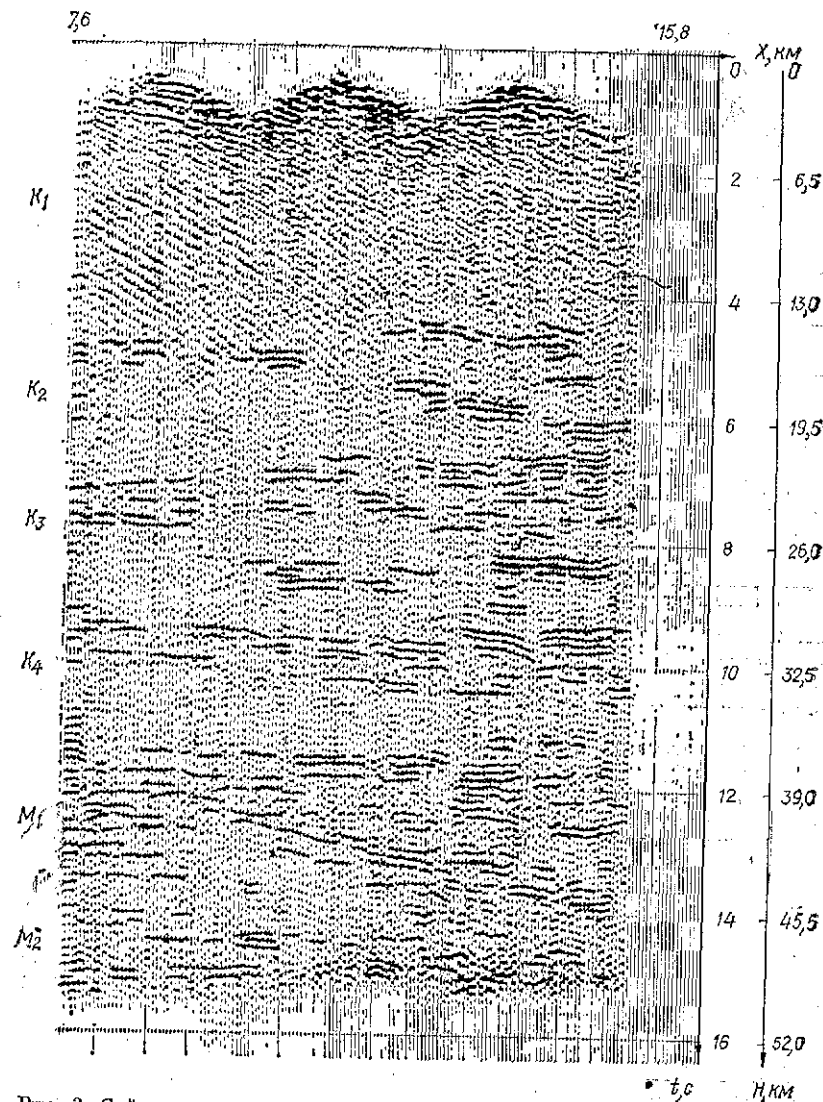


Рис. 3. Сейсмический временной разрез земной коры северного склона Украинского щита. Видна тонкая расслоенность коры, наличие выклиниваний и несогласий.

Отражающие горизонты: K_1-K_4 — в консолидированной коре; M_1-M_2 — в основании земной коры.

Рассмотрим более подробно некоторые особенности строения земной коры и верхов мантии, представляющие интерес в аспекте затронутых вопросов.

Толщина земной коры, ее состав и нефтегазоносность. На глобальном фактическом материале установлено, что под крупными

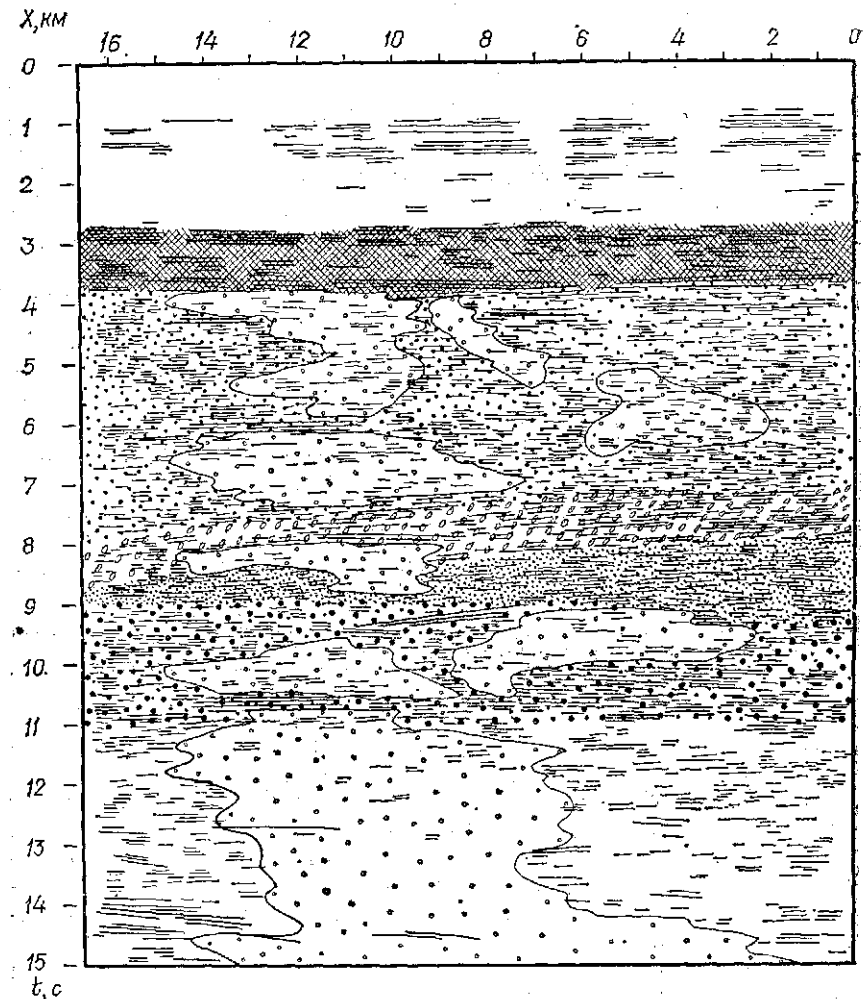


Рис. 4. Схема неоднородностей земной коры в округе Хардман, Техас, США. Составлена американскими авторами [3] на основе сейсмического временного разреза. Плотность зачернения чертежа пропорциональна насыщенности разреза отражающими элементами. Хорошо видна линзовидно-вулканодочечная структура коры.

прогибами поверхности фундамента, выполненными мощными осадочными толщами (впадины внутри континентов и шельфов) или недокомпенсированными осадконакоплением (океаны, центральные части внутренних и окраинных морей), раздел M сильно приподнят и общая толщина земной коры сокращена. Мощность «гранитного» комплекса коры при этом резко уменьшена вплоть до полного его исчезновения из разреза. K структурам с подоб-

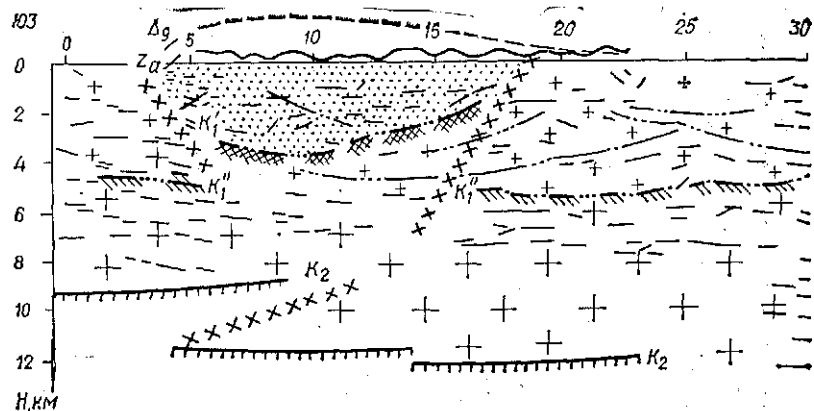


Рис. 5. Сейсмогеологический разрез верхней части земной коры в районе Сурской синклинали и прилегающих участков (Украинский щит). Видно несогласие структурных этажей, многочисленные поднятия, линзы, выклинивания и т. п.

1 — отражающие площадки; 2 — поверхность кристаллического субстрата; 3 — отражающий горизонт в основании верхнеархейского (?) структурного этажа; 5 — отражающая площадка между отдельными отражающими площадками; 7 — разломы; 8 — равные нижнеархейский (?) комплекс пород;

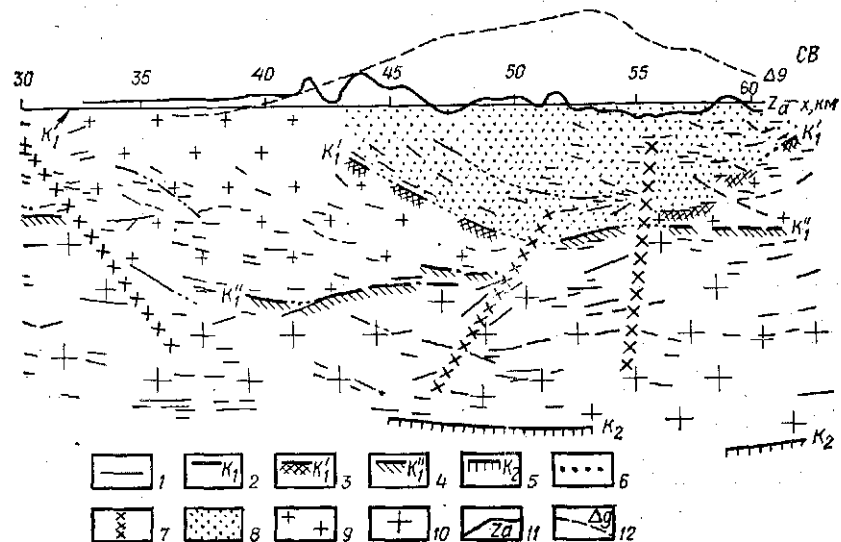
ным типом коры приурочены основные нефтегазоносные бассейны мира.

В районах с приподнятым положением фундамента, где нет осадочного чехла (плиты, массивы, центральные части орогенов), раздел М, наоборот, прогнут, земная кора имеет увеличенную толщину с повышенным содержанием в разрезе «гранитного» комплекса. Для таких районов присутствие нефтегазовых месторождений не типично.

Отмеченная важная закономерность глубинного строения коры прослеживается практически повсеместно, за редкими исключениями, имеющими специфические объяснения (Предкарпатский прогиб и др.). Она иллюстрируется характерным разрезом РСЗ (рис. 1), на котором хорошо виден подъем под Днепровско-Донецкой впадиной поверхности мантии (раздела М), как бы устремляющейся вверх, навстречу уходящей на глубину поверхности фундамента. Рельеф раздела М и поверхности фундамента под впадиной «зеркален», мантия приближена к осадочному чехлу.

По своей тектонической природе Днепровско-Донецкая впадина является палеорифтом, активное формирование которого завершилось к концу герцинского этапа. Под более молодыми рифтами континентов, развитие которых продолжается или закончилось сравнительно недавно (Байкальский, Рейнский, Датско-Польский,

Сурская синклинали



жающий горизонт в основании раннепротерозойского структурного этажа; 4 — отражающий горизонт — «лунный» протофундамент (основание архея — ?); 6 — интерпротерозойский комплекс пород; 9 — верхнеархейский (?) комплекс пород; 10 — 11 — кривая Z_a ; 12 — кривая Δg .

Восточно-Африканские и др.), в пограничной области между корой и мантией сейсмическими исследованиями прослежен своеобразный комплекс пород со скоростями распространения упругих волн 7,6—7,8 км/с, слишком большими для коры и малыми для мантии. Наличие этого комплекса, в сочетании с другими наблюдающимися на поверхности геофизическими аномалиями и геологическими признаками, свидетельствует о каких-то мощных глубинных преобразовательных процессах, сопровождающих или, вернее, обуславливающих рифтогенез. В результате этих процессов кровля мантии (раздел М) перемещается вверх, что в завершённом виде наблюдается под Днепровско-Донецкой впадиной.

Правомерен вопрос: почему в таких впадинах (а Днепровско-Донецкая впадина — самый крупный на Украине нефтегазоносный бассейн) присутствуют значительные месторождения нефти и газа? Потому ли, что в осадочной толще при седиментации скопилось много органики и она дала материал для этих месторождений, собравшийся пыле в многочисленных ловушках? Или потому, что мантия приближена к поверхности и в ней происходят мощные преобразовательные процессы, генерирующие нефть и газ, поступление которых к тем же ловушкам облегчается остановкой растяжения и дробления земной коры, обычной при формировании крупных глубоких прогибов, особенно рифтов?

Пути миграции — разломы. Сейсмическими исследованиями в земной коре обнаружено большое количество разломов, в том числе глубинных (см. рис. 1 и др.). Роль разломов как путей подъема вверх, проводников глубинных рудоносных растворов магмы давно и хорошо известна. Многими исследователями подчеркивается значение разломной тектоники и в нефтегазовой геологии, как структур, контролирующей пространственное размещение месторождений, разрушающих их или, наоборот, создающих условия для образования. При различных трактовках генезиса нефти и газа функциональная роль разломов также становится неодинаковой, у органиков это исключительно перераспределение флюидов внутри осадочной толщи, у неоргаников — это важная, но не основная «миссия» разрывов, главное — транспортировка нефти и газа в верхи коры, в том числе в осадочный чехол, с больших глубин.

«Запрета» на такую транспортировку, в свете современных данных, нет. Более того, обобщение материалов ГСЗ по глубоким «корневым» частям разломов показало [2 и др.], что наиболее значительные из них зарождаются именно в мантии и лишь затем проникают в земную кору, дробя ее и создавая системы ветвящихся более мелких нарушений. При этом для затрагиваемых здесь вопросов очень существенно, что разломы не всегда достигают дневной поверхности или поверхности фундамента и затухают на определенной глубине. Если по такой ветвящейся системе трещин идет подъем глубинного материала любого состава, допустим углеводородов, они принципиально могут образовывать скопления в отдельных многочисленных ответвлениях, апофизах и апикальных частях, не достигших поверхности разрывов, образуя нечто вроде перевернутой «новогодней елки». Практическая возможность миграции растворов в таких зонах повышенной трещиноватости, как и само существование последних в кристаллической земной коре (фундаменте), доказана ныне в результате бурения Кольской сверхглубокой, Ромашкинской (Волго-Уральская область) и других скважин.

Неоднородности в коре — возможные ловушки. Одним из видов неоднородностей являются сейсмические волноводы — зоны пониженных скоростей распространения упругих волн, и соответственно, плотностей слагающих пород. Волноводы обнаружены на разных глубинах в кристаллической коре и мантии многих регионов, есть они и в разрезе Украинского щита (рис. 2). Мантийные слои с пониженными скоростями известны в литературе давно. Природа волноводов, в том числе коровых, точно неизвестна. Их появление может быть связано: 1) с изменениями петрографического состава пород; 2) с перекрытием пород менее плотных и скоростных более плотными и скоростными вследствие латеральных тектонических подвижек типа пологих надвигов и шарьяжей; 3) в районах с высоким тепловым потоком — со снижающей скоростью и плотности действием температуры, возрастающей с глуби-

ной; 4) с повышенной трещиноватостью пород, возможно, насыщенных флюидами неясного состава. Для наших рассуждений последний пункт наиболее интересен, однако, он, как, впрочем, и остальные, — лишь георегически возможное объяснение.

Более определены и осязаемы неоднородности, развитые в консолидированной коре повсеместно, но в большой степени неупорядоченно. О их существовании и ранее можно было довольно обоснованно догадываться, изучая структурно-вещественную «ткань» метаморфизованных комплексов на их денудационных срезах. Однако в глубинных зонах земной коры эти неоднородности с очевидностью были выявлены лишь недавно, в результате применения сейсмических методов повышенной разрешающей способности [1, 3 и др.]. Как видно из рис. 3—5, эти неоднородности имеют характер линз, выклиниваний, карманов, козырьков и тому подобных изолированных и полуизолированных пространств или камер, которые, при соблюдении всех остальных необходимых условий (коллекторы, покрышки, экраны и др.), могли бы служить благоприятной структурной основой для образования концентраций ювенильных флюидов.

Таким образом, хотя геофизические исследования сами по себе и не позволяют решить вопрос о природе происхождения нефти, они, между тем, обнаруживают в глубоких зонах земной коры структурные элементы и ситуации, благоприятные для миграций и скопления ювенильных флюидов любого состава. При постановке поисковых работ эти возможности геофизики могут быть использованы.

1. Соллогуб В. Б., Чекунов А. В. Строение земной коры и верхней мантии древних платформ. — В кн.: Глубинное строение и геофизические особенности структур земной коры и верхней мантии. М., Наука, 1977, с. 14—27.
2. Чекунов А. В., Соллогуб В. Б. Земная кора — вопросы структуры и эволюции. — Геофиз. журн., 1979, 1, вып. 1, с. 19—35.
3. Oliver J., Dobrin M., Kaufman S. e. o. Continuous Seismic Reflection Profiling of the Deep Basement., Hardeman County, Texas. Geodynamics Project U. S. Progress Report 1975. National Acad. of Sci., Washington, D. C., 1976, p. 17—20.