

Нефть и газ Северного Прикаспия

Р. Г. Гарецкий, Л. Г. Кирюхин



Радим Гаврилович Гарецкий, член-корреспондент АН БССР, доктор геолого-минералогических наук, заведует отделом тектоники Института геологии и геохимии АН БССР. Занимается проблемами тектоники платформенных структур, перспективных на нефть и газ. Автор книги «Тектоника молодых платформ Евразии». М., 1972, Лауреат Государственной премии СССР.



Леонид Григорьевич Кирюхин, доктор геолого-минералогических наук, заведует отделом прогноза нефтегазоносности Прикаспия Всесоюзного научно-исследовательского геолого-разведочного нефтяного института Министерства геологии СССР. Занимается проблемами нефтяной геологии.

Все больше новых нефтегазоносных провинций открывают геологи в разных районах мира. Как использовать нефтяное богатство недр с полной «отдачей»? Только тщательное исследование геологического строения и сравнительный анализ особенностей строения осадочных бассейнов разных районов помогут справиться с этой задачей. Поэтому оценка нефтегазоносности «старых», уже давно известных геологам провинций приобретает все большее значение. Один из таких районов — Прикаспийская впадина, глубочайшая платформенная депрессия, заключающая многочисленные ловушки для нефти и газа.

Прикаспийская впадина — одна из наиболее перспективных в нефтегазонос-

ном отношении территорий Европейской части СССР. Этот район изучается с конца XIX в. Сегодня здесь открыто свыше 55 месторождений нефти и газа. Впадина представляет собой гигантский осадочный бассейн площадью около 500 тыс. км². Мощность пород платформенного чехла достигает 15—23 км, а общий объем осадков, заполняющих впадину, превышает 7,5 млн км³. Многочисленные горизонты осадков обладают благоприятными коллекторными свойствами для аккумуляции залежей нефти и газа. Здесь широко развиты толщи глин, известняков и каменных солей, естественных экранов, способных удерживать и сохранить залежи углеводородов от разрушения.

Мощные толщи каменных солей

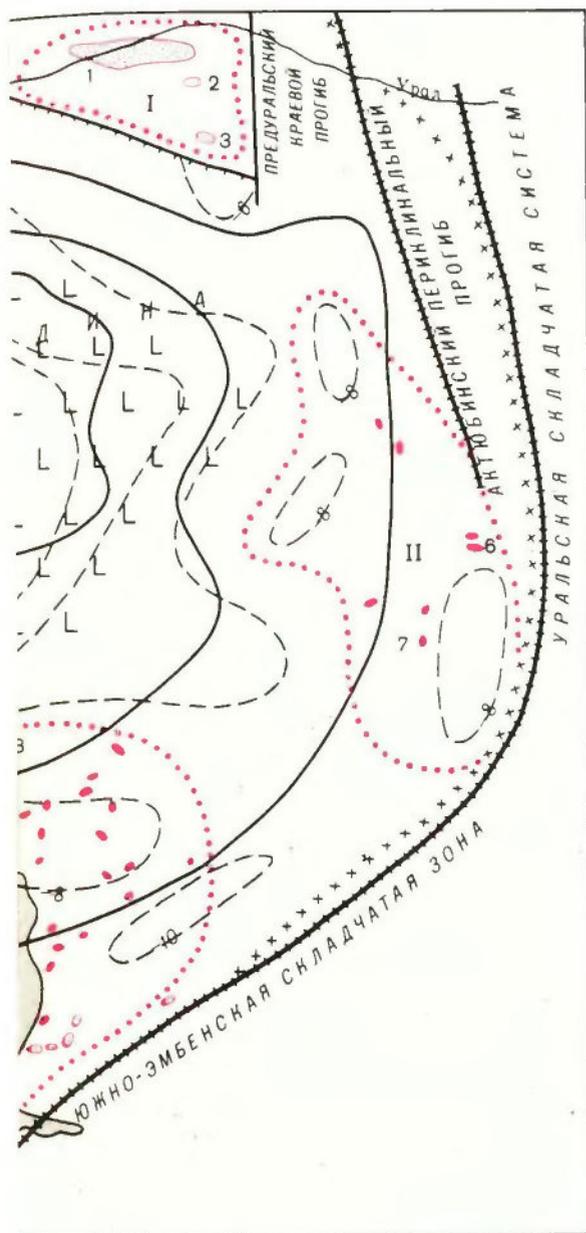


Схема строения Прикаспийской впадины и размещения месторождений нефти и газа. Римскими цифрами показаны зоны нефтегазо-накопления: I — Оренбургская, II — Кенкияк-Каратубинская, III — Южно-Эмбенско-Бузачинская, IV — Астраханская, V — Приобско-Уральская. Арабскими цифрами обозначены месторождения нефти и газа: 1 — Оренбургское, 2 — Комаровское, 3 — Каменное, 4 — Гремячское, 5 — Западно-Тепловское, 6 — Кенкиякское, 7 — Каратубинское, 8 — Макатское, 9 — Доссорское, 10 — Западно-Ровненское, 11 — Краснокутское, 12 — Ждановское, 13 — Карпенковское, 14 — Каражанбасское.

-  месторождения нефти
-  месторождения нефти и газа
-  месторождения газа
-  краевые швы Восточно-Европейской платформы
-  разломы внутреннего ограничения Прикаспийской впадины
-  прочие разломы
-  область, где отсутствует геофизический «гранитный» слой
-  изогипсы поверхности фундамента
-  изогипсы поверхности подсолевых (докунгурских) отложений
-  граница распространения соленых отложений нунгурского яруса нижней перми
-  границы крупных зон нефтегазо-накопления

ны, которая по площади и объему осадочных накоплений превосходит остальные солянокупольные бассейны мира.

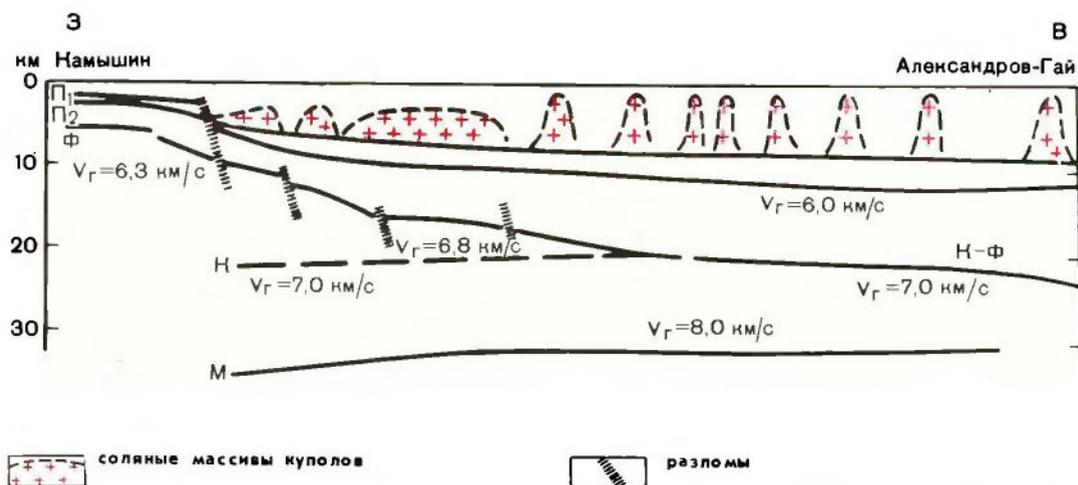
Благоприятно и географическое положение впадины. Она лежит в непосредственной близости от промышленных районов потребления нефти и газа. По территории Прикаспийской впадины и вблизи нее проходят магистральные газопроводы Средняя Азия — Центр и Саратов — Москва. В «Основных направлени-

ях развития народного хозяйства на 1976—1980 годы», принятых XXV съездом КПСС указывается на необходимость дальнейшего формирования крупного промышленного комплекса по добыче и переработке газа на базе Оренбургского газоконденсатного месторождения, расположенного близ северного борта Прикаспийской впадины. Вдоль северного ограничения этого региона предусмотрено строительство нового газопровода к За-

падной границе СССР. Поэтому освоение нефтяных и газовых ресурсов Прикаспийской впадины — актуальная задача, стоящая перед геологоразведочной службой страны в десятой пятилетке.

Авторы этих строк в течение длительного времени исследовали геологическое строение и нефтегазоносность Прикаспийской впадины и прилегающих к ней районов Западного Казахстана. Кроме того, нам приходилось заниматься изучением строения и перспектив нефтегазоносности подобных солянокупольных бассей-

уровня океана. Плоская поверхность низменности осложнена невысокими возвышенностями, впадинами, многие из которых заняты солончаками, слабо врезанными оврагами и речными долинами; широким распространением здесь пользуются золотые пески и озера. Большинство озер в летнее время пересыхает и превращается в солончаки. Климат этой территории резко континентальный с холодной зимой и жарким сухим летом. Большая часть Прикаспийской впадины приходится на зону пустынь и полупустынь.



Сейсмический профиль Камышин — Александров-Гай [северо-западная часть Прикаспийской впадины], показывающий строение земной коры (по К. Е. Фоменко и др.).

Сейсмические поверхности: П₁ — подсолевое ложе; П₂ — кровля известняков нижнего карбона; Ф — поверхность фундамента; К — поверхность Конрада [кровля «базальтового» слоя]; М — поверхность Мохоровичича [кровля верхней мантии].

V_r — скорость распространения сейсмических волн.

В геологическом отношении Прикаспийская впадина входит в состав древней Восточно-Европейской платформы¹, занимая весь юго-восточный ее угол, и является самой глубокой платформенной отрицательной структурой нашей планеты. Впадина характеризуется рядом только ей присущих особенностей.

В плане она представляет собой круп-

нов — Североморского, Припятского и др. Результаты этих работ и позволяют рассмотреть проблему нефтегазоносности Прикаспийской впадины и наметить пути освоения ее недр.

Прикаспийская впадина охватывает Прикаспийскую низменность, Подуральское плато и отроги Общего Сырта. Прикаспийская низменность полого наклонена от окраин к Каспийскому морю, причем значительная ее часть расположена ниже

¹ Платформа — основной тектонический элемент континентов, характеризующийся, в противоположность геосинклинальным областям, относительно спокойным тектоническим режимом. Она состоит из фундамента, сложенного складчатыми толщами, и чехла, образованного полого залегающими породами. Платформы по возрасту возникновения делят на две группы: древние, сформированные нередко более 1 млрд лет назад, и молодые, становление которых произошло примерно 200 млн лет назад. Первые имеют докембрийский кристаллический фундамент и рифейско-кайнозойский платформенный чехол, вторые — палеозойский складчатый фундамент и мезозойско-кайнозойский чехол.

ный субширотно вытянутый овал с длинной и короткой осями соответственно до 2000 и 1500 км. С востока и юга впадина ограничена краевыми швами — протяженными глубокими расколами земной коры, за которыми расположены палеозойские складчатые области (герциниды) Урала, Южной Эмбы и Кряжа Карпинского. С запада и севера впадина граничит с крупными платформенными структурами Русской плиты — Воронежской и Волго-Уральской антеклизмами, а также Пачелмским прогибом, отделяясь от них значительными

участках и до 20—23 км в центральной части. Предполагается, что в центре впадины находится значительная по площади область, где отсутствует так называемый «гранитный» слой. Здесь осадочные породы залегают непосредственно на слое фундамента, имеющем сейсмические параметры, близкие к «базальтовому» слою. Следовательно, центральная часть Прикаспийской впадины по особенностям строения фундамента приближается к таким глубоководным впадинам с океаническим типом строения земной коры, как, напри-

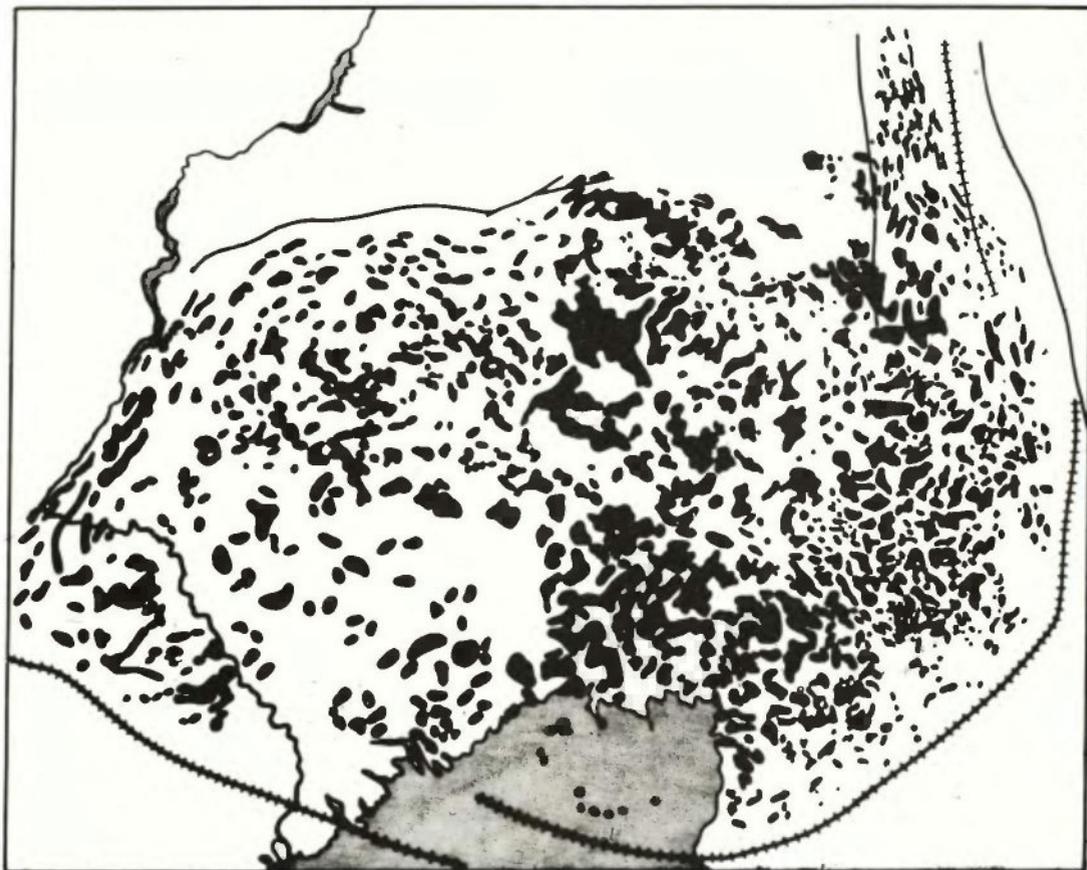


Схема расположения соляных поднятий (показаны заливкой) Прикаспийской впадины [по В. С. Журавлеву].

ми по протяженности и глубине проникновения разломами.

По данным сейсмических исследований, в Прикаспийской впадине поверхность фундамента аномально резко погружается на глубину от 2—3 км в бортовых

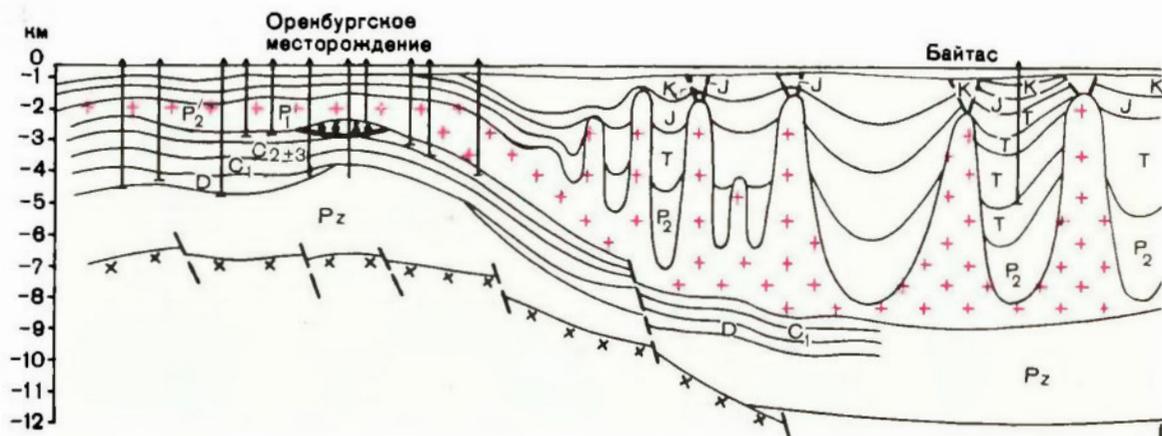
мер, впадины Средиземного и Черного морей, юга Каспийского моря и т. д. Это позволяет ряду исследователей рассматривать центральную часть Прикаспийской впадины как реликтовую докембрийскую океаническую структуру. Однако океанический тип строения земной коры здесь, скорее всего, вторичен и связан с тем, что в результате значительного погружения «гранитного» слоя он был сильно метамор-

физован, инъецирован магматическими расплавами и приобрел физические свойства, характерные для «базальтового» слоя.

Вторая, не менее важная, особенность Прикаспийской впадины, как мы уже говорили, — наличие в ее разрезе мощной (в среднем до 3—4 км) соленосной толщи раннепермского (кунгурского) возраста, которая состоит преимущественно из каменной соли, заключающей прослойки и пачки ангидритов, гипсов, глин, алевролитов и песчаников. Соленосная толща в ре-

зультате способности солей к течению образует многочисленные соляные купола, в ядра которых выжимается соль из прилегающих межкупольных прогибов — мульд. Всего в Прикаспийской впадине насчитывается более 1500 соляных куполов. Среди них — купола-гиганты Челкар и Индер, площадь которых соответственно составляет около 2400 и 500 км². Мощность соли в ядрах соляных куполов, расположенных в центральной части впадины, достигает 7—9 км.

Соленосной толщей платформен-



- соляные массивы куполов
- фундамент
- нефтяные месторождения
- газоконденсатные месторождения
- газовые месторождения
- разломы
- геологические границы

Схематический геологический профиль восточной части Прикаспийской впадины [по И. Н. Комиссаровой, В. Н. Копытченко, Р. К. Пугачевой]. Индексы — возраст пород: К — мел, J — юра, T — триас, P₂ — верхняя пермь, P₁ — нижняя пермь, C₂₊₃ — средний и верхний карбон, C₁ — нижний карбон, D — девон, Pz — палеозой.

ный чехол Прикаспийской впадины разделяется на надсолевой и подсолевой комплексы. Первый сложен преимущественно песчано-глинистыми породами верхней перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена и антропогена. Мощность надсолевого комплекса изменяется от первых десятков метров над высокоподнятыми соляными массивами куполов до 8—9 км в межкупольных мульдах в центральной части впадины.

Подсолевой комплекс в бортовых частях впадины залегает на глубинах от 3 до 5—6 км. Здесь он сложен в основном карбонатными и терригенными породами девона, карбона и нижней перми, общая мощность которых изменяется от 2—2,5 до 3,5—5 км. В центральной части Прикаспийской впадины мощность подсолевого комплекса возрастает до 10—12 км за счет появления в его разрезе мощных толщ раннепалеозойского и рифейско-вендского возраста.

По поверхности подсолевых отложений Прикаспийская впадина представляет

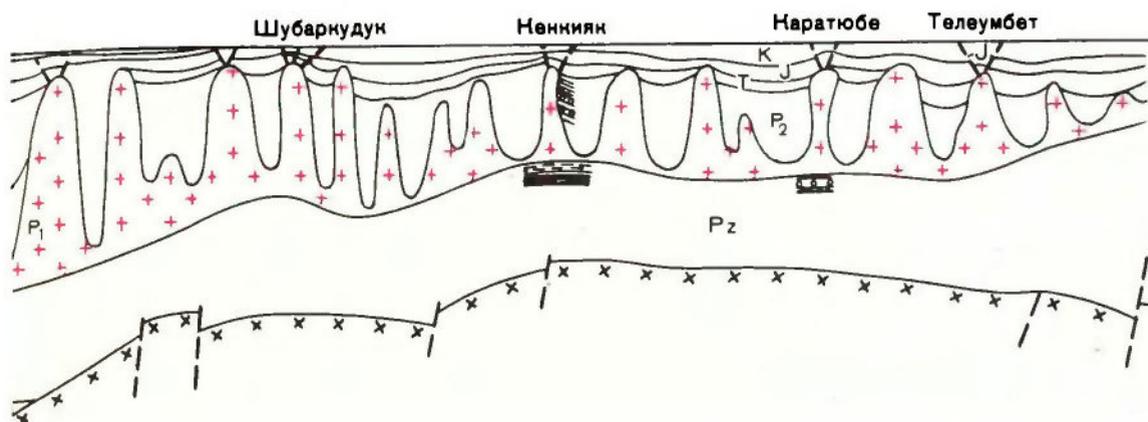
собой резко ассиметричную структуру: западный и северный ее борта узкие и крутые, а восточные и юго-восточный — широкие и сравнительно пологие.

В пределах западного и северного бортов впадины выделяются внешняя прибортовая зона, бортовой уступ и внутренняя прибортовая зона. Во внешнюю прибортовую зону продолжают крупные положительные и отрицательные структуры юго-востока Русской плиты — склон Воронежской антеклизы, Пачелмский прогиб, Соль-Илецкий выступ и др.

из наиболее перспективных зон нефтегазоаккумуляции. На крайнем юго-западе впадины выделяется крупный Астраханский, а на юге Бузачинский своды.

Таким образом, Прикаспийская впадина представляет собой глубочайшую платформенную депрессию, заключающую многочисленные ловушки для нефти и газа и несомненно обладающую некоторыми запасами углеводородов.

История освоения нефтяных и газовых ресурсов Прикаспийской впадины восходит к середине прошлого века. Первые



Бортовой уступ локализован в узкой зоне шириной 10—15 км. В подсолевых отложениях в пределах бортового уступа наблюдается резкое увеличение (до 700—1000 м) карбонатных отложений (рифогенные фации) преимущественно раннепермского возраста, которые в южном направлении, во внутренней прибортовой зоне, резко сокращаются в мощности и замещаются глинистыми породами — фациями некомпенсированного прогибания. Во внутренней прибортовой зоне подсолевые отложения залегают на глубинах свыше 5 км и моноклиналино погружаются к центру впадины.

На восточной и юго-восточной окраинах Прикаспийской впадины близ ее границы со складчатыми герцинскими структурами Урала и Южной Эмбы развит глубокий окраинный (перикратонный) прогиб, к западу от которого расположена полоса повышенного залегания фундамента и сокращенной мощности подсолевых отложений. Эта полоса подсолевых палеоподнятий представляет собой одну

сведения о нефтегазоносности впадины были опубликованы в 1847 г. Г. Нешелем, указавшим на газопроявления в буровой скважине в Астрахани. В 1857 г. географ Н. А. Северцов описал естественные выходы нефти на поверхность в районе рудника Мунайли. Сведения о нефтеносности Уральских степей в конце XIX в. поступили от Д. В. Кирпичникова, К. Иордана, М. М. Новаковского. С конца XIX в. в связи с изучением намечающейся трассы железной дороги в Туркестан начался этап промышленной разведки месторождений нефти. В 1908 г. было организовано Эмба-Каспийское общество.

В 1911 г. в Прикаспийской впадине, наконец, открыто первое нефтяное месторождение Доссор, а несколько позже, в 1915 г., — Магат. Известные русские геологи (А. Н. Замятин, С. Н. Никитин, Н. Н. Тихонович и др.) в первых своих трудах указывали на перспективность недр Прикаспия. К 1917 г. в Эмбенской нефтеносной области насчитывалось 18 крупных нефтяных обществ, к организации которых в ши-



Воронка, образованная в 40 м от устья Саралжинской скважины (междуречье Волги и Урала) в результате выброса газа из плиоценовых песчано-глинистых отложений.

[Фото О. С. Обрядчикова.]

роких масштабах привлекался иностранный капитал. В частности, работу вело «Товарищество братьев Нобель», одним из организаторов которого был известный шведский промышленник и изобретатель А. Нобель, основатель фонда Нобелевских премий.

Проблема освоения недр Прикаспия особенно остро встала с первых лет Советской власти. Уже в 1923 г. Геологический комитет провел детальную геологическую съемку месторождений Доссор и Магат. С 1925 г. здесь впервые начали применять геофизические методы поисков залежей нефти, а с 1927 г. — глубокое разведочное бурение. В годы первых пятилеток объемы нефтегазописковых работ постепенно увеличивались. В эти годы вопросы нефтегазоносности Прикаспийской

впадины привлекали внимание таких крупных геологов, как А. Д. Архангельский, Д. В. Наливкин, П. Я. Авров, Н. В. Неволин, Н. И. Буялов, Н. А. Калинин и др., многие из которых связывали образование залежей нефти в надсолевом комплексе с ее миграцией из подсолевых отложений.

Высоко оценивал запасы нефти Прикаспийской впадины И. М. Губкин. В 1936—1938 гг. в Эмбенской области работали экспедиции Академии наук СССР. Результаты этих исследований способствовали познанию особенностей геологического строения нефтегазоносности Прикаспийской впадины. В предвоенные годы все большее число геологов, геофизиков и буровиков привлекалось для изучения перспектив нефтегазоносности недр Прикаспия, в результате чего здесь к 1941 г. было открыто около 10 новых месторождений нефти.

В 1941—1960 гг. в Прикаспийской впадине продолжались поисково-разведочные работы, направленные в основном на поиски и разведку залежей нефти в надсолевом комплексе. В результате этих работ к концу 1960 г. в мезозойских и верхнепермских отложениях соляных куполов было открыто около 50 месторождений нефти и газа. Подавляющее большинство их расположено в пределах Южно-Эмбенского нефтеносного района. Однако все эти месторождения незначительны по запасам.

С начала 60-х годов значительные объемы поисково-разведочных работ были направлены на изучение перспектив нефтегазоносности подсолевых отложений. Особенности их геологического строения — крупные зоны поднятий и прогибов, благоприятный разрез и мощная соленосная крышка, способная «запечатать» залежи нефти и газа, — свидетельствуют о том, что именно с подсолевыми отложениями связаны основные запасы нефти и газа. Этот вывод подтвердился открытием в 1966 г. во внешней бортовой зоне Прикаспийской впадины Оренбургского газоконденсатного месторождения. Месторождение расположено на крупном валу длиной около 100 км, шириной 20 км и амплитудой по кровле подсолевых отложений 700 м. Основная залежь газа приурочена к мощной карбонатной толще раннепермско-среднекаменноугольного возраста.

После открытия Оренбургского месторождения объем геофизических исследований и глубокого бурения в подсолевых отложениях растет. Так, в 1971—

1975 г. объем глубокого бурения по сравнению с 1966—1970 г. увеличился почти в два раза. Средняя глубина поисковых скважин в Прикаспийской впадине с 1971 по 1975 г. увеличилась для западных районов с 3115 до 3800 м, для восточных и юго-восточных — с 1800 до 3000 м.

В результате в 1971—1973 гг. в северной бортовой зоне были открыты несколько небольших подсоловых газонефтяных месторождений (Карпенковское, Ждановское, Западно-Тепловское, Гремячинское). Наиболее изучено Западно-Тепловское месторождение, расположенное вблизи г. Уральска. Залежь здесь приурочена к рифогенной ловушке раннепермского возраста длиной 6 км, шириной 2 км и высотой около 200 м.

Интересные данные в пределах северной бортовой зоны получены о нефтегазоносности карбонатных пород каменноугольного возраста. На структурах Комаровская и Каменная, несколько южнее Оренбургского месторождения, в карбонатных породах были выявлены промышленные залежи газа.

Из девонских песчаных и карбонатных пород были получены промышленные нефть и газ на Западно-Ровенском месторождении в северозападной части Прикаспийской впадины.

На территории восточного борта впадины нефть была обнаружена на подсоловых песчано-алевролитовых породах нижней перми в пределах надсоловых месторождений Кенкияк и Каратюбе. На п-ове Бузачи открыто Каражанбасское месторождение нефти в юрских и меловых породах. Кроме того, признаки нефти и газа (кратковременные выбросы, пленки нефти, разгазирование бурового раствора и т. д.) наблюдались почти во всех скважинах, вскрывших подсоловые отложения. Все это свидетельствует о региональной нефтегазоносности подсолового комплекса и позволяет выделить в нем пять крупных зон накопления нефти и газа, в пределах которых в ближайшие годы будут сконцентрированы поисково-разведочные работы.

Геологи при освоении ресурсов нефти и газа Прикаспийской впадины сталкиваются со значительными трудностями. Поисково-разведочные работы на нефть и газ включают, как известно, несколько стадий. Сначала строение территории изучают с помощью региональных геофизических работ и глубокого опорного и параметрического бурения. На второй стадии ведут поисковые сейсморазведоч-

ные работы, главная задача которых — выявление и подготовка локальных поднятий под глубокое поисковое бурение. Эффективность геофизических методов определяется по результатам бурения первых поисковых скважин. К сожалению, часть подсоловых поднятий, выявленных сейсморазведкой, не подтверждается бурением, имеются ошибки и в определении глубины залегания подсоловых отложений. Все это во многом обусловлено сложными сейсмогеологическими условиями Прикаспийской впадины, сложным и пестрым распределением по площади и по разрезу пород с различными физическими свойствами. Поэтому невозможно создать постоянную сейсмическую модель и надежно определить необходимые для сейсморазведки физические параметры. Повысить качество сейсморазведочных исследований можно за счет внедрения цифровых сейсморазведочных станций и обработки результатов исследований на ЭВМ. Для изучения скоростных разрезов и особенностей изменений скоростей прохождения сейсмических волн нужны сейсморазведочные исследования в буровых скважинах. И, наконец, требуется самое строгое комплексирование геофизических исследований и глубокого бурения.

Большие трудности возникают и в процессе бурения скважин. Так, текущие соли «прихватывают» бурильные трубы и сминают обсадные колонны. Аномально высокое пластовое давление, свойственное подсоловым отложениям и превышающее гидростатическое давление в 1,5—2 раза, часто приводит к авариям. На Астраханском своде и Оренбургском месторождении отмечается аномально высокое содержание в пластовых водах и газоносных горизонтах сероводорода, вызывающее разрушение бурильных и насосно-компрессорных труб.

Для борьбы с этими нежелательными явлениями необходимо применять высокопрочные антикоррозийные эксплуатационные колонны и компрессорные трубы, насосные агрегаты высокого давления, специальные промывочные жидкости; одним словом, нужна модернизация буровой техники.

Освоение нефтяных и газовых ресурсов Прикаспийской впадины требует целенаправленных скоординированных усилий производственных и научно-исследовательских организаций, что несомненно приведет к открытию здесь в десятой пятилетке новых залежей нефти и газа.