

**О МИГРАЦИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД
КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА В ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ
(на примере южной части Бузулукского прогиба)**

Юго-восточная часть Восточно-Европейской платформы представлена огромной по площади (около 500 000 км²) Прикаспийской впадиной. Южный и восточный борта ее граничат с домезозойскими геосинклинальными образованиями в Южно-Эмбенской и Уральской структурах, а северный и западный — высокими уступами предпермского времени отделены от платформенной части: на севере от Волго-Уральской, а на западе от Воронежской антеклиз. Крупный Бузулукский прогиб при-надлежит Волго-Уральской антеклизе; он имеет форму амфитеатра с приподнятыми северным, западным и восточным краями, а на юге своим погруженным краем раскрывается в Прикаспийскую впадину, достигая крутого и высокого северного бортового уступа последней. В южной части Бузулукского прогиба пробурено несколько разведочных скважин на нефть и газ глубиной от 4648 до 5377 м. ими пройден осадочный чехол прогиба на полную его мощность и кристаллический фундамент на глубину до 62 м. Результаты изучения полученных материалов были обобщены и опубликованы в работе [Бакиров и др., 1998], из которой заимствован прилагаемый рис. 1, а также описание состава пород кристаллического фундамента по отдельным участкам региона.

Породы кристаллического фундамента на Бузулукском участке отличаются по составу: это а) гранито-биотитовые гнейсы (скв. П-48); б) гнейсы разноокрашенные (скв. 703); в) магматические образования основного и переходного состава, представленные пироксенитом (скв. Г-9), горнблендитом (скв. Г-2), габбро-диоритом (скв. Г-41) на Первосоветской локальной структуре западного крыла Бузулукского прогиба (периклиналь Карповского высту́па); г) граниты крупного Чинаревского локального поднятия (скв. 4, 9, 10) и Вишневецкой структуры (скв. 703); присутствуют во вскрытых разрезах метасоматические породы: биотит-амфибол-кордиерит (скв. Г-9), гематит-се-

рицитовый метасоматит (скв. 4), гранит гнейсовидный порфиروبластовый (скв. Г-9), а также катаклазированные породы (скв. 4, 9, 10).

Нигде ранее в пределах Прикаспийской впадины и ее обрамлении кристаллический фундамент скважинами не вскрывался, кроме как на юге Бузулукского прогиба. Впервые на платформе он был вскрыт в Пачелмском прогибе, расположенном северо-западнее Прикаспийской впадины. Значимость изучения зоны кристаллического фундамента юга Бузулукского прогиба подтвердилась после проведения региональных геофизических исследований. Они показали, что на юге Бузулукского прогиба сейсмические (преломленные) волны по кровле кристаллического фундамента проходят со средней скоростью 6,2 км/с; с такой же скоростью они проходят по кровле фундамента и в пределах Прикаспийской впадины, непосредственно примыкающей с юга к северной бортовой зоне, и на юге, в субширотной зоне Актюбинско-Астраханской группы поднятий [Бененсон, Кунин, 1978]. Эти и другие геолого-геофизические данные позволили считать, что породы кристаллического фундамента Прикаспийской впадины и юга Бузулукского прогиба имеют в целом одинаковый состав, как и во всей соседней Волго-Уральской провинции [Камалетдинов и др., 1990].

По керну в кристаллическом фундаменте Чинаревского поднятия наблюдался катаклиз гранитов. Известно, что он связан с деформацией и раздроблением минералов горной породы под действием тектонических движений. Наблюдался он, главным образом, вблизи плоскостей смещения разрывов, где относительные смещения горных пород вызывали перегирание минералов. Зоны, подвергшиеся катаклазу, проницаемы для движения минеральных водных растворов, в том числе и рудоносных. Периодически повторявшиеся смещения по разрывным нарушениям, особенно на участках, где они пересекают катаклазированные горные породы,

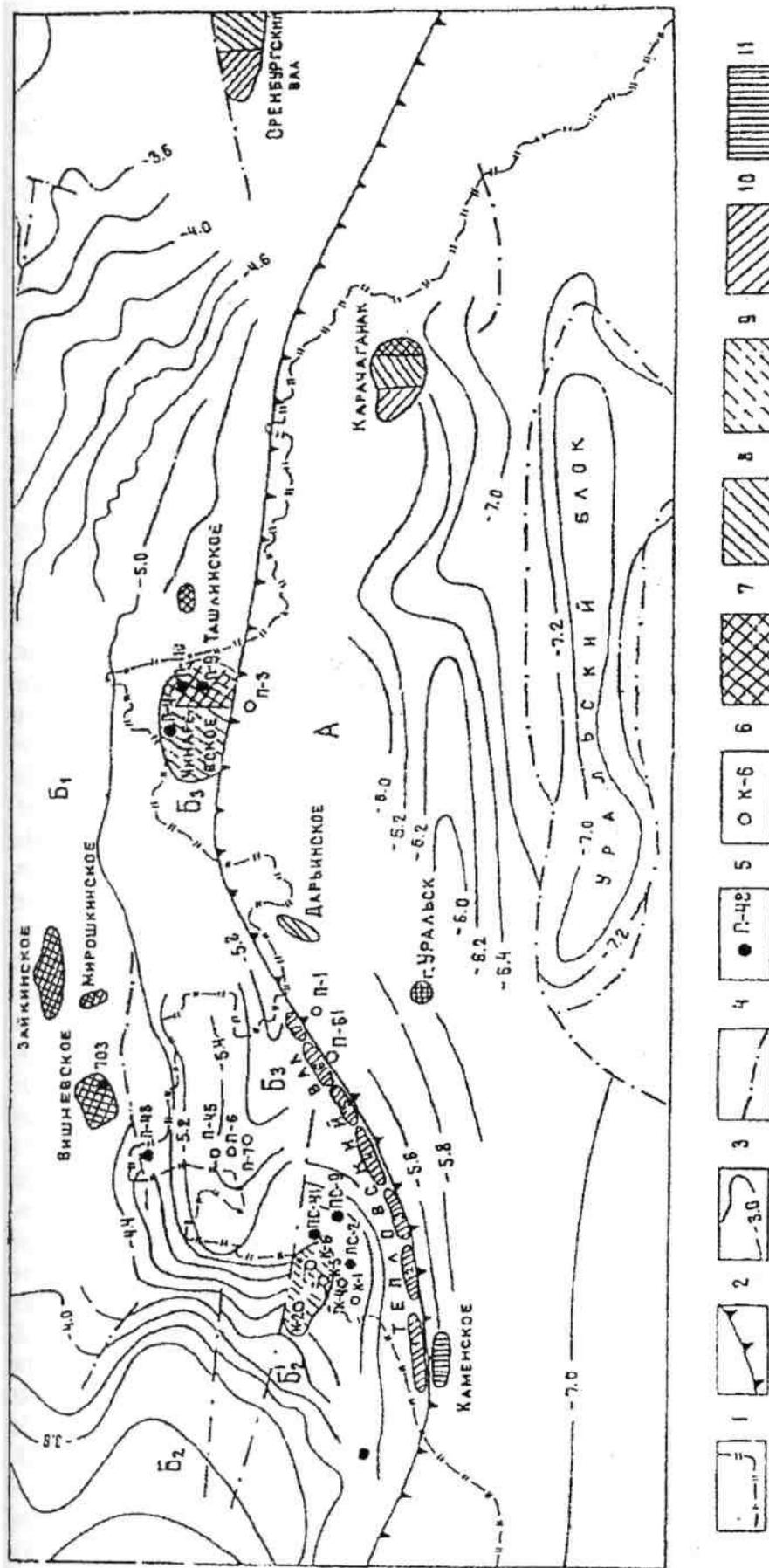


Рис. 1. Тектоническая схема северной части Прикаспийской впадины, по К.Х. Бакирову, Д.З. Валееву:

Обозначения на схеме: А — Прикаспийская впадина; Б — южная часть Русской плиты; Б₁ — южная оконечность Бузулукского прогиба; Б₂ — восточная периклиналь Пугачевского выступа Жигулевско-Пугачевского свода; Б₃ — Карповский структурный нос; Б₃' — внешняя бортовая зона Прикаспийской впадины в составе южной оконечности Бузулукского прогиба.

1 — государственная граница Республики Казахстан; 2 — нижнепермский бортовой уступ; 3 — изогипсы сейсмического отражающего горизонта «Пз» (кровля терригенно-карбонатной толщи низов девонской системы); 4 — разломы, местами ограничивающие кристаллический фундамент: ПС-41 (площадь Первосоветская), ПС-9 (площадь юго-восточная Первосоветская), П-48 (площадь Приграничная), 703 (площадь Вишневская); 4-4, 4-9, 4-10 (площадь Чинаревская); 6-11 — месторождения нефти, газа и конденсата в отложениях; 7 — девонской системы; 8 — каменноугольной системы (разведенные); 9 — каменноугольной системы (недораженные); 10 — нижней перми; 11 — верхней перми (калиновская свита нижнеказанского подъяруса). Месторождения Тепловского вала: 1 — Токаревское; 2 — Цыгановское; 3 — Ульяновское; 4 — Гремячинское; 5 — Восточно-Гремячинское; 6 — Западно-Теплов-

создавали пути для миграции флюидов из кристаллического фундамента, в осадочный чехол платформы. На реализацию такой миграции должны были оказать влияние особенности состава и строения осадочного чехла, наличие в нем коллекторов и флюидоупоров.

Главные особенности строения осадочного чехла рассматриваемой южной части Бузулукского прогиба, заключаются в следующем. На эродированной поверхности кристаллического фундамента непосредственно залегают отложения нижнего отдела девонской системы (палеонтологически охарактеризованные). В основании разреза здесь выделяется комплекс чередования терригенных и карбонатных пород, в стратиграфическом отношении расчлененный на 3 отдела, в их составе 3 яруса и 4 подъяруса, включающие 6 горизонтов и 5 слоев. Это терригенные, в основном, глинистые отложения, перемежаемые пачками и слоями карбонатов (в комплекс входят отложения нижнего и среднего девона, ниже- и средне-франского подъярусов верхнего девона, а также кора выветривания кристаллического фундамента). Их общая толщина 500-550 м. Выше расположен верхнедевонско-каменноугольно-нижнепермский комплекс с доминирующим карбонатным составом пород с общей средней толщиной 2100 м (от 1850 до 2700 м). Выше находятся толщи соленосных (кунгурский ярус — 950-1450 м) и соленосно-терригенных (верхняя пермь — 500-1100 м) отложений общей мощностью 2000 м. Все это флюидоупорная покрывка, повсеместно развитая в рассматриваемом регионе. Завершает разрез осадочного чехла преимущественно терригенный мезозойский и кайнозойский комплексы с общей средней мощностью около 600 м (от 400 до 700).

Наблюдения при бурении скважин, результаты опробования пластов на приток и лабораторные анализы отобранных из пластов флюидов показали существенные различия между карбонатной толщей девона—нижней перми и терригенно-карбонатной толщей девона. В карбонатной толще от среднего девона до до-кунгурской перми коллекторские свойства пород меняются в широких пределах, их фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) колеблются от незначительных до высоких значений, что выражено, в частности, в имевших место в целом ряде случаев катастрофических поглощениях

промывочной жидкости, достигавших местами 100-200 м³ при ее удельном весе 1,23-1,24 г/см³ (иногда бурение проводилось без выхода бурового раствора). Полученные при опробовании пластовые воды имеют удельные веса 1,15-1,18 г/см³. Они обычно относятся к хлор-кальциевому типу с высокой степенью минерализации, достигающей часто степени крепких рассолов (200-250 г/л). Обычными компонентами водного раствора являются: сульфат-ион, концентрация которого меняется в довольно широких пределах, достигая 500-1600 мг/л; бром — от 60 до 560 мг/л; бор — 20-90 мг/л; йод — редко до 4,5 мг/л; бикарбонат до 360 мг/л. Газово-жидкостный фактор меняется в довольно широких пределах от 350 до 2000 см³/л. В составе растворенного газа преобладает метан, присутствуют в небольшом количестве тяжелые углеводороды, часто азот, имеется также сероводород. В залегающей ниже терригенно-карбонатной толще девона коллектора обладают существенно меньшей проницаемостью. Поглощения жидкости в них не наблюдалось, притоки пластовых жидкостей измерялись в пределах первых десяти кубометров в сутки, редко достигая больших значений (в скв. П-45 40 м³/сутки из ардамовских слоев среднего девона; 43,6 м³/сутки из доманиковского горизонта верхнего девона). Пластовые воды характеризуются удельным весом 1,07-1,18 г/см³, хлор-кальциевым типом, обычно меньшей, чем в карбонатной толще минерализацией (115-155, реже 230-240 мг/л). Компоненты, присутствующие в пластовых водах карбонатной толщи, присутствуют и здесь. Это сульфат-ион, достигающий здесь 1160-2060 мг/литр; бром - 40-150 мг/л; бор - 20-27 мг/л; бикарбонат — 415-1830 мг/л; газово-жидкостный фактор в основном высокий, выше, чем в карбонатной толще и меняется от 1100 до 2150 см³/л. В составе растворенного газа преобладает метан (77-95%), имеются тяжелые углеводороды (6-9%), азот (9-15%). Вместе с тем отмечается и существенная разница. В отличие от карбонатной, в карбонатно-терригенной толще девона в пластовой воде установлены следующие химические элементы (в мг/л): литий — 3,8-7,0; свинец — 3,5-7,5; рубидий — 0,25; стронций в значительных количествах — 300,0-850,0; хром — 612,0; марганец — 7,20; кадмий -2,10-22,5; цинк — 6,0. В составе растворенного газа в пробах с указанными микроэлементами

отсутствует сероводород, в несколько повышенном количестве присутствуют тяжелые углеводороды (анализы проводились Карачаганакским НИЛВНИИГаза) [Бейсенова, 1994]. Указанные микроэлементы выявлены в пластовых водах пород коры выветривания архейского кристаллического фундамента, вскрытой Приграничной скважиной П-48 на глубине 4960-4996 м, а также в покрывающих ее частях осадочного чехла цейвенского горизонта и морсовско-мосоловских слоев эйфельского яруса среднего девона, вскрытых на глубинах соответственно 4915-4890 м и 4763-4730 м.

Таким образом, мощность осадочного чехла, куда проникли воды с указанными микроэлементами, достигает 230 м. Отмеченные микроэлементы выявлены также в пластовых водах ардаатовских и муллинских слоев живетского яруса среднего девона, вскрытых на глубинах 5619-5572 м и 5526-5500 м Кутяковской скважиной П-61. Кристаллический фундамент этой скважиной не вскрывался. Путем сопоставления со скважиной П-48 и с учетом увеличения мощности горных масс с севера на юг можно полагать, что на участке скв. П-61 толщина осадочного чехла достигает примерно 450 м.

Указанные выше микроэлементы, как нам представляется, являются нетипичными компонентами для пластовых вод нефтегазоносных районов. Механизм их образования, вероятно, следующий. Раз кристаллический фундамент пересечен серией тектонических нарушений, то в трещинах могут содержаться и циркулировать подземные воды с такими растворенными различными микроэлементами, как в указанных выше водах осадочного чехла, а также и других, в концентрациях, превышающих их содержание в водах девонской системы. Давления в подземных водах кристаллического фундамента, надо полагать, превышают пластовые давления в породах осадочного чехла. Под действием разницы этих давлений из кристаллического фундамента воды проникли в породы осадочного чехла, смешивались здесь с пластовыми водами и разубоживались названными микроэлементами. Таким образом, воды из фундамента могли проникнуть в осадочный чехол на высоту от 230 до 450 м. Проникновению их выше по разрезу,

возможно препятствовало появление многочисленных слоев терригенных пород с глинистыми флюидоупорами в девонской толще. Однако здесь имеет место и некоторое исключение. В скв. П-61 пластовые воды с указанными микроэлементами получены с глубины 4840-4824 м из кизеловского горизонта нижнего карбона. Гипсометрически это примерно на 1000 м выше кровли кристаллического фундамента. Возможно, этот участок пересекается разломом с повышенной проницаемостью.

Итак, на юге Бузулукского прогиба в терригенно-карбонатную толщу девона (ее нижняя часть) проникали с пластовой водой микроэлементы (литий, свинец, рубидий, а также стронций и хром — в значительных количествах) — компоненты нетипичные для вод нефтегазоносных провинций и отсутствующие на других участках развития осадочного чехла. Эта часть разреза располагается на глубинах около 4500-5500 м. Эту толщу предлагается называть «терригенно-карбонатной толщей девона с микроэлементами». Важнейшими особенностями является наличие в ее составе многочисленных пачек и слоев терригенных, в основном, глинистых пород — потенциальных флюидоупоров, предохраняющих от разрушения здесь залежи нефти и газа.

Литература

Бакиров К.Х., Книжник Е.И., Трохименко М.С. Новые данные о кристаллическом фундаменте Восточно-Европейской платформы в Казахской части // Изв. Отд. наук о Земле и экологии АН РБ. 1998. №3. С. 164-170.

Бейсенова К.К. Геологическое строение и нефтегазоносность подсолевого палеозоя северного борта Прикаспийской впадины на территории Уральской области. Актюбинск: АОКазНИГРИ, 1994.

Бененсон В.А., Кунин Н.Я., Морозова М.А., Нуржанов К.К. Палеозойские отложения пограничных районов Туранской и Русской плит. М.: Наука, 1978. 102 с.

Камалетдинов М.А., Степанов В.П., Жуков И.М., Кавеев И.Х., Постников Д.В. Шарьяжно-надвиговая тектоника Волго-Уральской области. М.: Наука, 1990. 149 с.