

4. Basargin Yu. M., Bulatov A. I., Proselkov O. M. *Tekhnologiya bureniya neftyanykh i gazovykh skvazhin* [Technology of drilling oil and gas wells], Moscow, OOO "Nedra-Biznestsentr" Publ., 2001. 679 p.
5. Bembel S. R. K probleme poiska, razvedki i razrabotki zalezhey nefti i gaza na sovremennom etape [To the issue of prospecting, exploration and development of oil and gas deposits on the modern stage]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2013, no. 7–5 (14).
6. Bzhitskikh T. G. *Podschet zapasov i otsenka resursov nefti i gaza* [Estimation of reserves and resource evaluation of oil and gas], Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2011. 263 p.
7. Bodrova Ye. V. Razvitie neftegazovogo kompleksa Rossii: problemy i perspektivy [Development of oil and gas complex of Russia: problems and prospects]. *Vlast* [Power], 2015, no. 4.
8. Bolshakov Yu. Ya., Bolshakov Ye. Yu. *Reshenie zadach neftegazopromyslovoy geologii na osnove kapillyarnykh modeley zalezhey* [Solution of problems of reservoir geology based on capillary models of deposits], Tyumen, Tyumen State Oil and Gas University Publ. House, 2008. 140 p.
9. Bulatov A. I., Kachmar Yu. D., Makarenko P. P., Yaremychuk R. S. *Osvoenie skvazhin* [Development wells], Moscow, Nedra Publ., 1999.
10. Burtsev M. I. *Geologo-geofizicheskie metody prognoza, poiskov i razvedki mestorozhdeniy nefti i gaza* [Geological-geophysical methods of forecasting, prospecting and exploration of oil and gas fields], Moscow, Gubkin Russian State University of Oil and Gas Publ. House, 2011. 245 p.
11. Martynov V. G., et al. *Geofizicheskie issledovaniya skvazhin* [Geophysical data analysis], Moscow, "Infra-Engineering" Publ., 2009.
12. Gilyazov R. M. Razobshchenie plastov v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh na pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy [Separation of strata in oil and gas wells at the late stage of field development]. Ufa, Bashneft-Geoproekt Publ., 2008. 440 p.
13. Yermolina A. V., Serebryakova V. I. Osnovnye cherty geologicheskogo stroeniya nadsolovogo kompleksa Prikaspiya [Basic features of the geological structure of post-salt complex of the Caspian region]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 1 (64), pp. 33–45.
14. Serebryakov O. I., Yermolina V. A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvedki i razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy gorizontnymi i naklonnymi skvazhinami [Current state and prospects for exploration and development of oil and gas fields, horizontal and deviated wells]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2017, no. 1 (64), pp. 55–61.
15. Fedorova N. F., Bystrova I. V., Yermolina V. A. Osobennosti formirovaniya otlozheniy osadochnogo chekhla yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny [Features of formation of the deposits of the sedimentary cover of the southwestern part of the Caspian basin]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2016, no. 3 (62), pp. 39–58.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНТРАЛЬНЫХ РЕГИОНОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Мухашева Алина Хаирловна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1,
e-mail: alina_muhasheva@mail.ru

Волго-Ахтубинский регион в тектоническом отношении приурочен к центральной части структуры II порядка – Астраханского свода, являющегося крупным тектоническим элементом в юго-западной части Прикаспийской впадины. Астраханскому своду соответствует сложно построенный выступ кристаллического фундамента. По материалам корреляционного метода преломленных волн поверхность фундамента в центральной части региона залегает на глубинах 8–9 км и погружается к периферии до 11–12 км. Размеры выступа в плане 140–180 км × 100–140 км, амплитуда составляет около 3 км. Выступ фундамента с запада, северо-востока и юга ограничен тектоническими нарушениями и имеет блоковое строение. На западе выступ граничит с Сарпинским прогибом, являющимся южным продолжением Центрально-Прикаспийской депрессии. Глубины залегания фундамента здесь достигают 16–18 км и более. На юге выступ находится на стыке с Каракульским прогибом, выделяемым по фундаменту в пределах

зоны сочленения эпипалеозойского Прикаспийской впадины с эпигерцинским краем Карпинского. Амплитуда разграничивающего их разлома составляет 4–5 км. Глубина залегания фундамента здесь достигает 20 км.

Ключевые слова: Волго-Ахтуба, тектоника, фундамент, прогиб, депрессия, структура, этаж

TECTONIC CHARACTERISTICS OF THE CENTRAL REGIONS OF THE CASPIAN BASIN

Mukhasheva Alina Kh., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: alina_mukhasheva@mail.ru

The Volga-Akhtuba region in tectonically confined to the Central part of the structure of the II order, the Astrakhan arch is a major tectonic element in the southwest part of the Caspian basin. The Astrakhan arch corresponds to the complex structure of the protrusion of the crystalline basement. According to the materials of the correlation method of refracted waves (cmrw) the surface of the basement in the Central part of the region lies at depths of 8–9 km and plunges to the periphery to 11–12 km. the size of the protrusion in the plan 140–180 km × 100–140 km, the amplitude is about 3 km away. The projection of the Foundation from the West, North-East and South is limited to tectonic disturbances and has a block structure. On the West ledge bordered Sarpinsky the trough is the southern continuation of the Central Caspian basin. The depth of the Foundation can reach 16–18 km and more. South ledge is located at the junction with Karakul deflection allocated to the Foundation within the zone of articulation epipleoneura of the Caspian basin with eigensystem ridge Karpinski. The amplitude discriminating their fault is 4–5 km Depth of the base here is 20 km away.

Keywords: Volga-Akhtuba, tectonics, base, trough, basin, structure, floor

В осадочном чехле Астраханского свода выделяется пять крупных структурных этажей (мегакомплекса): кристаллический фундамент, подсолевой, соленосный и надсолевой, разделенные соленосной толщей кунгура, а также покровный структурный этаж. Строение подсолевого мегакомплекса сложное и все еще остается недостаточно изученным. В нижней части осадочного чехла по сейсмическим материалам выделяется толща отложений, предположительно рифейско-раннепалеозойского возраста, залегающая на породах кристаллического фундамента. Она увеличивается в толщине от 1000 м в левобережной части свода до 3000 м в правобережной. Предположительно к их кровле приурочен сейсмический отражающий горизонт II–П.

Выше по разрезу выделяются карбонатно-терригенные отложения среднего-верхнего девона, с поверхностью которых отождествляется динамически выраженный сейсмический отражающий горизонт II–П^I. Данный горизонт прослеживается повсеместно в пределах левобережья. Его стратиграфическая привязка основывается на данных вертикального сейсмического профилирования (ВСП), выполненного в скважинах: 2 Володарской (при забое 5961,0 м), 1 Табаковской (при забое 5590,0 м) и 2 Девонской (при забое 6003,0 м).

Ниже горизонта II–П^I на правобережном блоке и восточнее левобережного блока Астраханского свода появляется еще один динамически выраженный горизонт II–П^{II}. На правобережной части свода картируется лишь один он. Судя по материалам бурения скважины 2 Девонской и ВСП, выполненного в ней, горизонт II–П^{II}, возможно, отвечает кровле известняков эйфельского возраста. Отметки залегания этого горизонта здесь на 200 м ниже, чем отметки горизонта II–П^I на левобережье.

В пределах Астраханского свода на наиболее приподнятых участках левобережной части и вдоль всей периферии (в том числе и на правобережной) картируется опорный горизонт Б, стратиграфически приуроченный к кровле S_{1t} и, по-видимому, сопоставимый с кровлей пачки карбонатов туфоаргиллитов малиновско-яснополянского возраста. Этот горизонт вскрыт скважиной 2 Володарской на глубине 4497,0 м. Наиболее достоверно закартирован Астраханский свод по отражающему горизонту I–II, приуроченному к кровле карбонатов башкирского яруса (по данным бурения повсеместно), залегающих здесь на глубинах от 3850,0 м в наиболее приподнятых участках центральной части свода до 4600,0 м и более – на его крыльях. Доминирующее положение в его центре занимает субширотно вытянутая структура по изогипсе –4000 м. Эта структура контролирует Астраханское гахоконденсатное месторождение (АГКМ), центральная часть которого расположена в пределах Пойменного лицензионного участка.

Имеющиеся геолого-геофизические материалы указывают, что Астраханский свод является структурой древнего заложения, сформировавшейся как крупное поднятие к концу нижнедевонского времени. Весь ход его геологического развития до конца каменноугольного времени обусловил развитие в разрезе ряда литолого-стратиграфических комплексов, формировавших карбонатный массив. К числу важнейших особенностей строения данного свода относится наличие в подсолевом палеозое мощной карбонатной толщи верхнедевонско-среднекаменноугольного возраста.

В результате общего подъема территории в предверхнеартинское время и эрозии каменноугольных отложений в пределах свода наблюдаются эрозийные врезы, размывы отдельных комплексов пород, образование на склонах свода конусов выноса и зон переотложенных пород. Отмечается сложное строение толщи на уровне нижнего карбона и на ряде других участков свода. Более однородным строением отличаются отложения верхнего девона – нижнего карбона в нижней части карбонатной толщи.

Характерной особенностью вышезалегающей второй структурной мега-толщи осадочного чехла является наличие сульфатно-галогенных отложений кунгурского яруса. Наиболее широкое развитие соленосных отложений отмечается в северной и северо-восточной частях Астраханского свода. Проявление интенсивного соляного тектогенеза обусловило формирование массивов и гряд. Последние имеют различные размеры и очертания в плане и осложнены соляными куполами. Здесь глубины залегания соли изменяются от 400–500 м до 3500 м и более. В наиболее изученной левобережной части свода на отдельных массивах и куполах толщины соли по данным бурения они достигают 3000–3200 м. Проявление соляного тектогенеза оказало значительное влияние на структурные соотношения различных отложений надсолевого комплекса, резкую изменчивость их толщин и полноту разреза. Наиболее полный разрез надсолевого комплекса представлен в межкупольных зонах и мульдах.

В надсолевом структурном этаже выделяют верхнепермско-триасовый, юрско-палеогеновый и плиоцен-четвертичный (покровный) структурные ярусы. Надсолевой структурный этаж характеризуется выполаживанием структур вверх по разрезу. Покровный структурный этаж – покровным чехлообразным перекрытием надсолевого комплекса пород.

Астраханский свод является крупной зоной нефтегазонакопления, занимающей длительное время повышенное положение относительно сопредельных

районов Прикаспийской впадины. Это обусловило благоприятные условия для миграции и формирования весьма значительных залежей УВ в его пределах.

В пределах Волго-Ахтубинского региона располагаются фрагменты крупных структур: поднятия по горизонту I–II, а также поднятия по горизонту II–II, оконтуренного изогипсой минус 7000 м. Структурно-тектоническая поверхность продуктивной толщи (C_2b), представленная на рисунке 1.

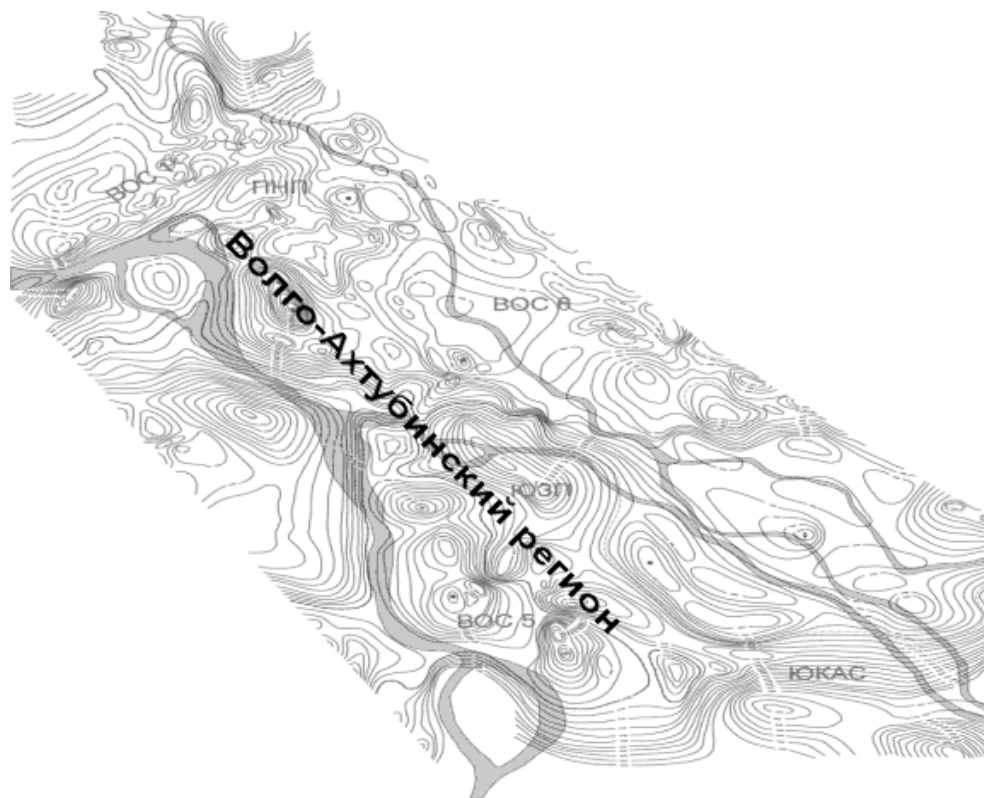


Рис. 1. Структурно-тектоническая карта поверхности башкирских отложений Волго-Ахтубинского региона

Согласно построенной карте месторождение вытянуто в северо-западном (субмеридиональном) направлении. На отдельных участках месторождение осложняется валлообразными структурами (ВОС), локальными поднятиями (сводами) и небольшими впадинами (прогибами). Валлообразные структуры оконтурены изолинией -4100 м. Поднятия (своды), выделенные на карте, оконтурены изолинией -4000 м и выше.

Наиболее крупная валлообразная структура (ВОС 1) расположена в левом верхнем углу карты, имеет преобладающее северо-восточное (субширотное) простирание, большая ось структуры проходит через скважину 1 Воложковская. Размеры ВОС составляют $35 \text{ км} \times 12\text{--}15 \text{ км}$ по изогипсе -4100 м. Наиболее приподнятый участок структуры достигает отметки -3900 м. Структура включает более пяти неодинаково выраженных и разно ориентированных поднятий.

Другая крупная валлообразная структура (ВОС 6) является наиболее выраженной в пределах основного газоносного поля Центрально-Астраханского месторождения. ВОС 6 протягивается в направлении с северо-запада на юго-восток на расстояние более 60 км, подчиняясь структурной направленности

месторождения. Ширина структуры колеблется от 11 км до 4 км. Ось структуры проходит через скважину 1 Аксарайскую. Данная структура включает более десяти разно выраженных поднятий, сводовые части в наиболее приподнятых из них достигают отметок –3800 м.

Третья валообразная структура (ВОС 5) расположена, главным образом, в левой половине карты в юго-западной ее части. Структура имеет северо-западное простирание, большая ось структуры проходит через скважину 3 Разночиновскую. Размеры валообразной структуры составляют 45 км × 7–3 км. Сводовые части некоторых входящих в состав структуры поднятий (более 9 поднятий) достигают отметок –3740 м. Валообразная структура (ВОС 5) состоит из двух основных частей: северо-западной (20 км × 6–3 км), расположенной в пределах основного поля газоносности месторождения, и юго-восточной, условно отделенной узкой седловиной юго-западной внутренней впадины (ЮЗВнВ).

На юго-восточном склоне крупной валообразной структуры (ВОС 1) находится поперечный наложенный прогиб (ППП). Он имеет субмеридианальное простирание. Ось прогиба проходит вдоль линии, соединяющей скважины 30 и 6 Астраханские. Размеры прогиба 20 км × 4–2 км по изогипсе –4060 м. Наиболее погруженные участки ложа прогиба достигают отметок –4160 м.

Юго-западный прогиб (ЮЗП) осложняет центральную часть основного поля газоносности. Размеры прогиба 50 км × 8–2 км по изогипсе –4100 м. Погруженные депрессионные зоны прогиба достигают отметок более –4300 м. Важно отметить, что северо-западная часть прогиба находится в пределах основного поля газоносности, менее дифференцированного в структурном плане. Поэтому эта часть прогиба (20 км × 4–2 км) носит слабовыраженный характер, ложе его здесь не опускается ниже отметки –4080 м. В то же время остальная юго-восточная часть прогиба осложнена глубокими депрессиями.

На юге, за пределами газоносного поля Центрально-Астраханского месторождения, выделяются глубоко залегающие южные крылья Астраханской складки (ЮКАС). Наиболее погруженные участки достигают отметок –4440 м.

По результатам геофизических и геологических исследований Волго-Ахтубинский регион имеет сложное геологическое строение. Оно обусловлено седиментационными и разнообразными наложенными деформационными сопутствующими процессами, раздробившими регион на блоки различного ранга. Блоки ограничены вертикальными, наклонными пологими амплитудными разломами и зонами аномальной трещиноватости, шириной до 200 м и более, с проявлением в них гидротермальных процессов и образованием новых «рыхлых» и «плотных» минеральных парагенезисов.

Разломно-блоковое строение осадочных пород подтверждается данными разведочного бурения. В ряде скважин, расположенных в разных блоках на расстоянии 0,5–1 км, наблюдается резкое изменение до 100 м и более глубины залегания поверхности башкирских отложений, не соответствующее сейсмической структурной карте.

В подсолевом осадочном комплексе пород широко развиты процессы очаговой дилатансии с образованием на пересечении разломов изометричных (до 3–4 км в поперечнике) и линзовидных зон. Иногда разуплотнение охватывает пачки пород и целые блоки. При этом важную роль играет современное неравномерное напряженно-деформационное состояние пород, связанное с различной вертикальной нагрузкой (от 87 до 102 МПа на уровне поверхности продуктивного комплекса) и взаимодействием блоков. Все это приводит к образованию участков повышенного сжатия (уплотнения) и относительного

растяжения (разуплотнения) пород. Соответственно изменяется плотность, акустические и другие свойства пород. Скорость ультразвука в образцах пород при условиях, адекватных залеганию, в зависимости от напряженно-деформационного состояния изменяется от 5,4 до 6,4 км/с. Это необходимо учитывать при интерпретации сейсмических данных.

Указанные неоднородности строения резервуара приводят к изменению в широком диапазоне коллекторских свойств карбонатных пород и других параметров, которые могут обуславливать неравномерную продуктивность осадочных пород по площади и разрезу и соответственно распределение запасов. Строение залежей в осадочном комплексе во многом будет определяться межблоковыми и очаговыми зонами аномальной трещиноватости, отчасти макротрещинами, что необходимо учитывать при прогнозировании высокопродуктивных зон и размещении разведочных скважин.

Волго-Ахтубинский регион (пойменная часть Астраханского свода) представляет собой сложную разломно-блоковую зону в составе Астраханского свода, во многом сходную с северо-западным его обрамлением. Для данного обрамления характерны большие амплитуды сбросов в подсолевых отложениях, связанные с тектогенезом стадий изостатического выравнивания. В ранней перми Астраханское поднятие было снивелировано и на его месте накапливались сакмаро-артинские углеродистые карбонатно-кремнисто-глинистые депрессионные отложения (нефтематеринская платформенная черносланцевая формация). В дальнейшем, в основном в нижнем триасе, в ранней юре и в миоцене в пойменной части происходят значительные взбросо-надвиговые перемещения масс подсолевых и вышезалегающих пород, направленные с юго-запада со стороны Кряжа Карпинского. Каждый этап этих движений завершается изостатическим выравниванием и сбросообразованием. В итоге это привело к формированию сложной разломно-блоковой зоны пойменной части. Взбросо-надвиговые движения реализуются в виде срывов по пологим поверхностям, срезанием и перекрытием горизонтов в терригенно-карбонатном комплексе, которые документируются в глубоких скважинах и выделяются в волновых полях, в том числе в виде фрагментарных отражающих горизонтов. Особенно интенсивно они проявлены в сакмаро-артинских и карбонатно-сульфатных подсолевых отложениях в виде фронтальных зон скучивания (отражающий горизонт P_1), образованию которых способствовало наличие пластических пород (глин, гипса и др.) и перераспределение в разрезе огромных масс солей.

Волго-Ахтубинская пойменная разломно-блоковая зона от левобережной и правобережной частей Астраханского свода (по контуру, близкому к лицензионному) ограничена в основном крупными разломами или их фрагментами. На отдельных участках развития крупноамплитудных сбросов, сдвига-сбросов, взбросо-надвигов прямая гидродинамическая связь между этими частями отсутствует. Однако нельзя отрицать наличие сквозных зон дренажа, поэтому вопрос их обособленности нуждается в специальном изучении. Необходимо учитывать и переформирование в целом Астраханского свода в неоген-четвертичное время в связи с более интенсивным опусканием его левобережной части, на что указывает увеличение толщины неоген-четвертичных отложений с юго-запада на северо-восток до 200 м.

В пределах Волго-Ахтубинской пойменной части Астраханского свода выделяются три крупных блока, которые отличаются особенностями геодинамического развития (по крайней мере, начиная с кунгура). Это проявилось в общей структуре в морфологии, сочетании и внутреннем строении этих блоков. В се-

верном блоке встречные антитетические движения со стороны левобережья привели к формированию осевой относительно опущенной зоны северо-западного простираения, которую обрамляют приподнятые подсчетные блоки. Крупный блок опущен по сбросу совместно с перспективными карбонатными комплексами, с которыми связываются крупные газоконденсатные залежи.

В центральном блоке перед фронтом взброшенных со стороны правобережья тектонических блоков произошло опускание по сдвиго-сбросам значительного по размерам блока с погружением продуктивных комплексов. В южном продуктивном блоке в результате сочетания движений с юго-запада и юго-юго-запада сформировалась мозаичная складчато-блоковая структура субширотной ориентировки с чередованием контрастно приподнятых и опущенных блоков, в том числе по тыловым отстающим сбросам. В этой части отсутствуют протяженные межблоковые разломы.

Отмеченные особенности геодинамики во многом определили не только особенности структуры и строения Волго-Ахтубинского региона, но и палео- и современное напряженно-деформационное состояние пород, влияющее на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) и другие подсчетные параметры. Это необходимо учитывать при оценке разведанных запасов.

Определения сейсмических скоростей в образцах подсолевых сульфатно-карбонатных пород подтверждают гидродинамическую разобщенность Волго-Ахтубинского пойменного региона от левобережной и правобережной частей Астраханского свода, а также целый ряд косвенных признаков. Резко отличаются пластовые газы в подсолевых отложениях Волго-Ахтубинского пойменного региона от залежей левобережного и правобережного Астраханского месторождения по составу пластового газа.

В пределах Волго-Ахтубинского региона отмечается более высокое содержание сероводорода (более 31 %) и компонентов C^{5+} в (3,87 %). Существенно меньше в пластовом газе ВАР диоксида углерода (9,02 % против 14,5 % и 21 % соответственно на левобережье и правобережье АГКМ).

Геофизические, геологические и геохимические исследования позволяют сделать вывод о том, что Волго-Ахтубинский регион является самостоятельным объектом, не связанным с другими залежами в башкирских отложениях на Астраханском своде. На композитном профиле через данный регион с высокой точностью выделяется зона разуплотнения, осложненная дифрагированными волнами, что может служить признаком наличия разлома (рис. 2).

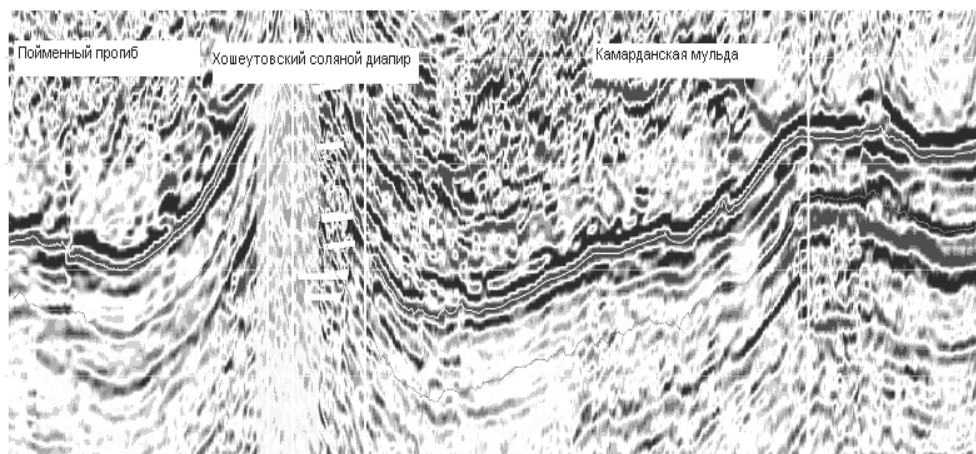


Рис. 2. Композитный профиль ВАР

На временном сейсмическом разрезе по линии 1, проходящем через Волго-Ахтубинский регион, выделяется разрывное нарушение. Оно осложняет отложения сакмаро-артинского и башкирского комплекса пород. Нарушение приурочено к периферийной части Хошеутовского соляного диапира (рис. 3).

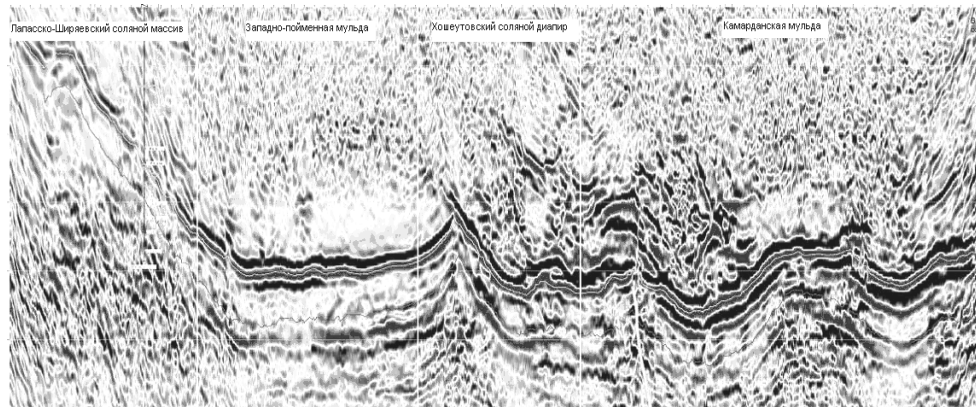


Рис. 3. Временной сейсмический разрез ВАР

Список литературы

1. Акулов А. А. Типы ловушек надсолевого комплекса Прикаспийской впадины и их нефтеносность / А. А. Акулов, О. С. Турков, В. В. Семенович // Геология нефти и газа. – 1994. – № 9. – С. 7–12.
2. Алиев З. С. Исследования горизонтальных скважин / З. С. Алиев, В. В. Бондаренко. – Москва : Нефть и газ, 2004. – 300 с.
3. Бродский А. Я. Модель глубинного строения зоны сочленения кряжа Карпинского и Астраханского свода / А. Я. Бродский, Н. И. Воронин, И. А. Миталев // Отечественная геология. – 1994. – № 4. – С. 50–53.
4. Бродский А. Я. Строение верхней мантии и консолидированной коры в зоне сочленения кряжа Карпинского и Астраханского свода / А. Я. Бродский, В. А. Шайдаков, А. Е. Шлезингер, С. Ю. Шгунь // Доклады Академии наук СССР. Серия геологическая. – 1993. – Т. 333, № 3. – С. 341–343.
5. Бродский А. Я. Строение нижнекаменноугольных и девонских отложений и направления нефтегазопроисхождения работ на Астраханском своде / А. Я. Бродский, Н. И. Воронин, И. А. Миталев // Геология нефти и газа. – 1994. – № 8. – С. 8–11.
6. Бузина Т. С. Программный комплекс для проектирования разработки Астраханского ГКМ / Т. С. Бузина, И. А. Леонтьев, Л. Я. Непомнящий и другие // Газовая промышленность. – 1998. – № 1. – С. 34–36.
7. Волож Ю. А. Типы соляных структур Прикаспийской впадины / Ю. А. Волож, Л. Ф. Волчегурский, В. Г. Грошев, Т. Ю. Шишкина // Геотектоника. – 1997. – № 3. – С. 41–55.
8. Воронин Н. И. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины / Н. И. Воронин // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2004. – № 4. – С. 132–148.
9. Габриэлянц Г. А. Опыт разведки и подсчета запасов Астраханского месторождения / Г. А. Габриэлянц, В. И. Порожун, Г. Н. Иванов // Геология нефти и газа. – 1988. – № 12. – С. 45–48.
10. Закиров С. Н. Проектирование и разработка газовых месторождений / С. Н. Закиров, Б. Б. Лапук. – Москва : Недра, 1974. – 376 с.
11. Иванов С. А. Применение дифференциально-нормированного метода электроразведки на шельфе Каспийского моря / С. А. Иванов, П. Ю. Легейдо, Г. А. Богданов, С. В. Делия, Г. Ю. Кобзарев // ГЕОФИЗИКА. – 2004. – № 5. – С. 38–41.
12. Изучение пористости сложных карбонатных коллекторов // Геология нефти и газа. – 1971. – № 25. – С. 30–34.
13. Ильин А. Ф. Развитие зон очаговой трещиноватости в подсолевой толще Астраханского свода / А. Ф. Ильин, А. Я. Бродский, В. А. Захарчук // Сборник трудов Астраханского научно-исследовательского и проектного института газовой промышленности. – 2003. – № 3. – С. 18–23.
14. Перепеличенко В. Ф. Применение статистических методов при обработке газогидродинамических исследований скважин / В. Ф. Перепеличенко, В. А. Дербенев, В. Н. Чельцов // Газовая промышленность. – 2005. – № 1. – С. 28–31.

15. Стенин В. П. Геологическая эффективность геофизических работ в междуречье Волго-Ахтубинской поймы на примере Центрально-Астраханского Серогазоконденсатного месторождения / В. П. Стенин, И. Н. Керусов, С. В. Делия, А. Г. Алексеев, А. В. Фирсов // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2010. – № 2. – С. 5–8.

References

1. Akulov A. A., Turkov O. S., Semenov V. V. Tipy ловушек надсолевого комплекса Прикаспийской впадины и их нефтеносность [Types of traps post-salt complex of the Caspian basin and oil-bearing]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 1994, no. 9, pp. 7–12.
2. Aliev Z. S., Bondarenko V. V. *Issledovaniya gorizontalnykh skvazhin* [Study of horizontal wells], Moscow, Oil and gas Publ. House, 2004. 300 p.
3. Brodskiy A. Ya., Voronin N. I., Mitalev I. A. Model glubinnogo stroeniya zony sochleneniya kryazha Karpinskogo i Astrakhanskogo svoda [The model of the deep structure of the zone of articulation of the Karpinsky ridge and the Astrakhan arch]. *Otechestvennaya geologiya* [Domestic Geology], 1994, no. 4, pp. 50–53.
4. Brodskiy A. I., Shaydakov V. A., Shlezinger A. Ye., Shtun S. Yu. Stroenie verkhney mantii i konsolidirovannoy kory v zone sochleneniya kryazha Karpinskogo i Astrakhanskogo svoda [Structure of the upper mantle consolidated crust in the zone of articulation of the Karpinsky ridge and the Astrakhan arch]. *Doklady Akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences. A series of Geological], 1993, vol. 333, no. 3, pp. 341–343.
5. Brodskiy A. Ya., Voronin N. I., Mitalev I. A. Stroenie nizhnepodolozhnykh i devonskikh otlozheniy i napravleniya neftegazoposkovykh rabot na Astrakhanskom svode [Structure of lower Carboniferous and Devonian sediments and the direction of oil and gas exploration at the Astrakhan arch]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 1994, no. 8, pp. 8–11.
6. Buzina T. S., Leontev I. A., Nepomnyashchiy L. Ya, et. al. Programmy kompleksa dlya proektirovaniya razrabotki Astrakhanskogo GKM [Software for design development of Astrakhan gas condensate field]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 1998, no. 1, pp. 34–36.
7. Volozh Yu. A., Volchegurskiy L. F., Groshev V. G., Shishkina T. Yu. Tipy solyanikh struktur Prikaspiyskoy vpadiny [Types of salt structures of the Caspian basin]. *Geotektonika* [Geotectonics], 1997, no. 3, pp. 41–55.
8. Voronin N. I. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnost yugo-zapadnoy chasti Prikaspiyskoy vpadiny [Features of a geological structure and petroleum potential of the southwestern part of the Caspian basin]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University], 2004, no. 4, pp. 132–148.
9. Gabrielyants G. A., Poroskun V. I., Ivanov G. N. Opyt razvedki i podscheta zapasov Astrakhanskogo mestorozhdeniya [The experience of exploration and reserve calculation of the Astrakhan field]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 1988, no. 12, pp. 45–48.
10. Zakirov S. N., Lapuk B. B. *Proektirovanie i razrabotka gazovykh mestorozhdeniy* [Design and development of gas fields], Moscow, Nedra Publ., 1974. 376 p.
11. Ivanov S. A., Legeydo P. Yu., Bogdanov G. A., Delya S. V., Kobzarev G. Yu. Primenenie differentsialno-normirovannogo metoda elektrorazvedki na shelfe Kaspiyskogo morya [Application of differentially-normalized method of electrical prospecting on the continental shelf of the Caspian sea]. *GYeOFIZIKA* [GEOPHYSICS], 2004, no. 5, pp. 38–41.
12. *Izuchenie poristosti slozhnykh karbonatnykh kolektorov* [The study of complex porosity of carbonate reservoirs]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of Oil and Gas], 1971, no. 25, pp. 30–34.
13. Ilyin A. F., Brodskiy A. I., Zakharchuk V. A. Razvitiye zon ochagovoy treshchinovatosti v podsolevoy tolshche Astrakhanskogo svoda [Development of areas of focal fracture in subsalt thicker Astrakhan arch]. *Sbornik trudov Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta gazovoy promyshlennosti* [Proceedings of the Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry], 2003, no. 3, pp. 18–23.
14. Perepelichenko V. F., Derbenev V. A., Cheltsov V. N. Primenenie statisticheskikh metodov pri obrabotke gazogidrodinamicheskikh issledovaniy skvazhin [Application of statistical methods in the processing of gas-hydrodynamic researches of oil]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2005, no. 1, pp. 28–31.
15. Stenin V. P., Kerusov I. N., Delya S. V., Alekseev A. G., Firsov A. V. Geologicheskaya effektivnost' geofizicheskikh rabot v mezhdurech'e Volgo-Akhtubinskoy poymy na primere Tsentralno-Astrakhanskogo Serogazokondensatnogo mestorozhdeniya [Geological effectiveness of geophysical works in the area between the Volga-Akhtuba floodplain on the example of the Central-Astrakhan field Seagatemanager]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Devices and Systems of Exploration Geophysics], 2010, no. 2, pp. 5–8.