

## О МЕХАНИЗМЕ СОЛЯНОЙ СКЛАДЧАТОСТИ В ПРЕДУРАЛЬСКОМ, ПРИКАСПИЙСКОМ И ПРЕДДОНЕЦКОМ ПРОГИБАХ

Области галокинеза включают многочисленную группу тектонических структур и изучаются геологами и геофизиками почти 150 лет. Их изучение, особенно выяснение механизма образования дисгармоничных складок, имеет большое практическое значение, так как последние чаще всего связаны с нефтегазоносными бассейнами. Изучением солянокупольных дислокаций занимались крупные тектонисты: Г.Е.-А. Айзенштадт, А.А. Богданов, М.И. Варенцов, Р.Г. Гарецкий, В.С. Журавлев, Ю.А. Косыгин, В.Д. Наливкин, Н.В. Неволин, В.Е. Хаин, А.Л. Яншин и др. Однако многие проблемы солянокупольных структур все еще остаются дискуссионными.

Наличие пространственной связи кунгурских структур с подсолевыми линейными антиклиналями Бельской впадины отмечено давно. Например, выявлены закономерности в пространственном размещении Кинзебулатовского и Шиханско-Волостновского артинских и Воскресенского кунгурских валов [Билалов и др., 1968]. Как установлено теперь бурением на ряде площадей, эти закономерности обусловлены тем, что линейные антиклинали подсолевого ложа и кунгурские валы приурочены к разным (висячему и лежащему) крыльям единого надвига.

Кровля сульфатно-галогеменной фации кунгура в пределах южной половины Бельской впадины образует ряд линейно вытянутых в субмеридиональном направлении валов, обнажающихся на поверхности в виде узких, прерывистых полос, отражающих срез соляных поднятий. С запада на восток здесь известны валы: Мелеузовский, Смаковский, Воскресенский, Александровский и Иртыбский (рис. 1). Структура поверхности кунгурских отложений резко несогласна по отношению к нижележащим толщам. Соляным поднятиям, например, в одних местах соответствуют вогнутые складки, в других — выпуклые. Это несоответствие вызвано соляной тектоникой, создавшей в пластичных толщах солей диапировые поднятия различных форм и размера, среди которых «... можно различать все переходы от горизонтально лежащей серии пластов вплоть до грабеновидных с вертикальными и даже веерообразно-запрокинутыми крыльями» [Богданов, 1947].

В долине широтного течения р. Нугуш Александровский и Воскресенский кунгурские валы разбурены двумя широтными профилями скважин (рис. 2). Александровский вал высотой 1560 м имеет падение крыльев под углами 40–50°. Скважинами 7, 8, 9 и 11 обнаружено, что восточным крылом поднятия служит надвиг, наклоненный сверху под

углом 45°, а на глубине 1700–2000 м выполаживающийся до 7–10°. Скважиной 7 он вскрыт на глубине 1023 м, где под терригенными отложениями артинского яруса повторились кунгурские образования. Скважинами 9 и 8, расположенными восточнее, этот надвиг вскрыт на глубинах 1740 и 1974 м соответственно (под слоями среднего девона были обнаружены артинские отложения). Во фронтальной части надвига, названного Саратовским, в докунгурских отложениях выделена линейная Александровско-Басурмановская антиклиналь. Падение пород на ее западном крыле составляет 2°, на восточном — 5–12°.

Такое же строение обнаруживается и в районе Воскресенского кунгурского вала, который прослеживается перед фронтом следующего к западу Шиханско-Волостновского надвига (см. рис. 2). Его ширина здесь 2–5 км, крутизна склонов составляет 30–45°, высота — 1600 м. Параллельно восточному

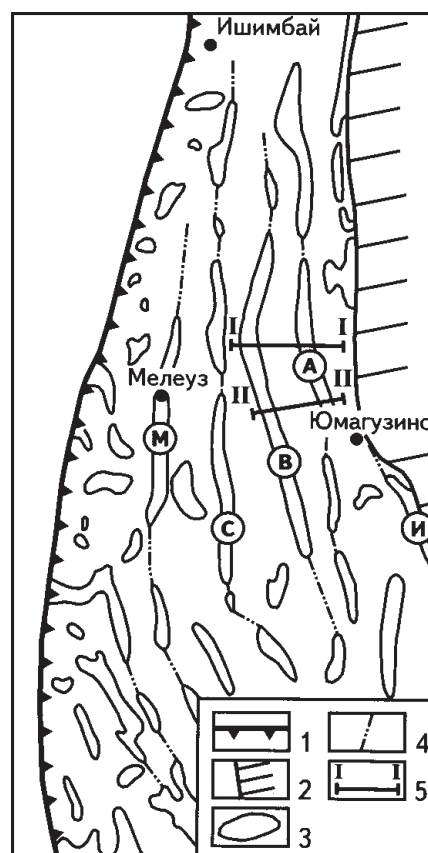


Рис. 1. Схема размещения галогеменных структур кунгура Бельской впадины Предуралья

1 — западная граница впадины; 2 — область отсутствия отложений кунгура; 3 — соляные поднятия; 4 — оси кунгурских валов; 5 — линии геологических разрезов

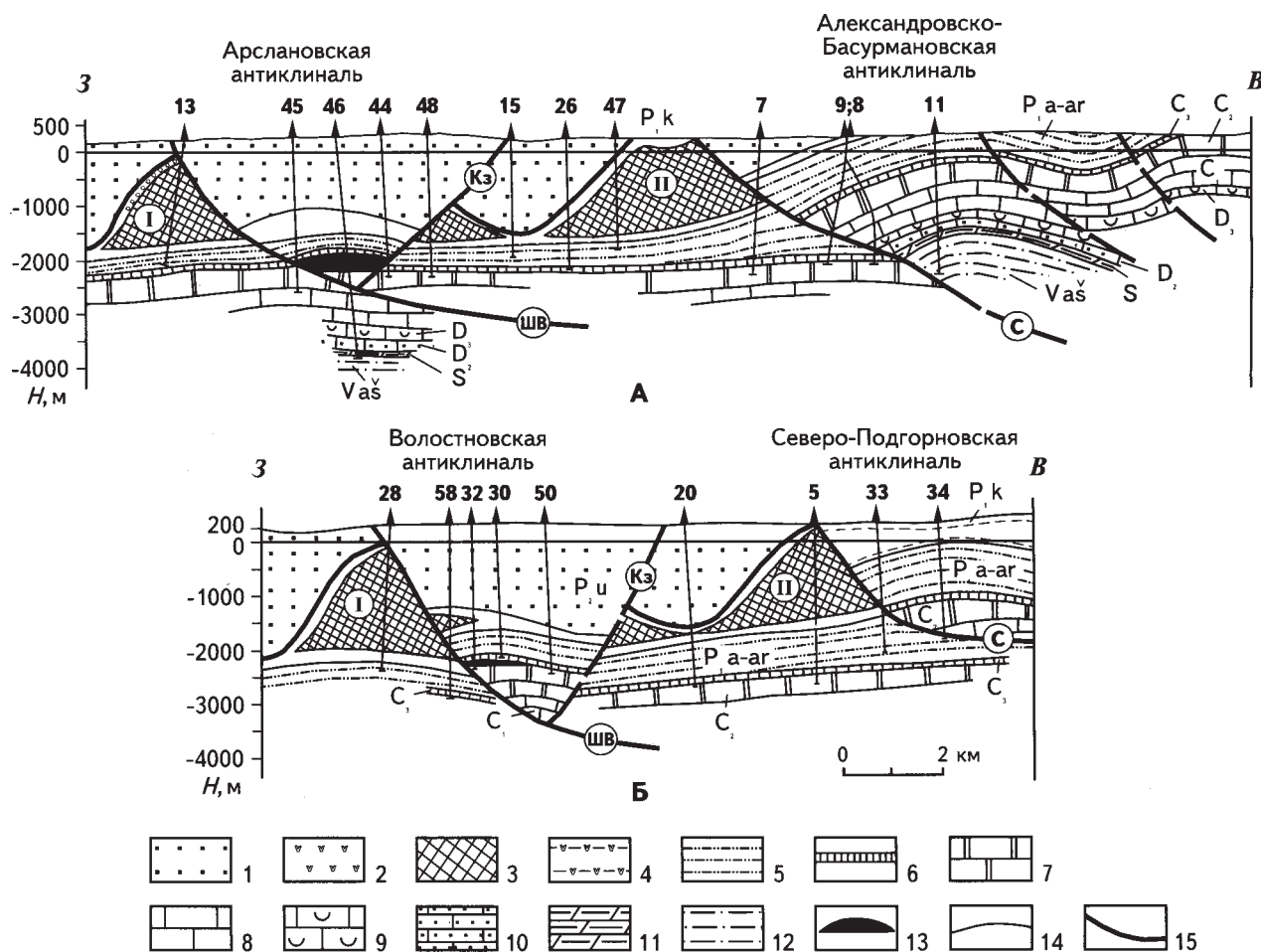


Рис. 2. Геологические разрезы Воскресенского и Александровского кунгурских валов (в пересечениях по линиям I—I (А) и II—II (Б) на рис. 1)

1 — песчаники, алевролиты, аргиллиты верхней перми; 2 — гипсы, ангидриты кунгурского яруса; 3 — соли; 4 — загипсованные песчаники, алевролиты, аргиллиты; 5 — песчаники, алевролиты, аргиллиты ассельского, сакмарского и артинского ярусов; 6 — известняки, мергели, аргиллиты верхнего карбона; 7 — известняки и доломиты среднего карбона; 8 — известняки, доломиты с прослоями аргиллитов нижнего карбона; 9 — известняки верхнего девона; 10 — известняки, песчаники и аргиллиты среднего девона; 11 — мергели, доломиты, песчаники силура; 12 — песчаники, алевролиты, аргиллиты ашинской серии венда; 13 — залежь нефти; 14 — стратиграфические границы; 15 — линии надвигов (ШВ — Шиханско-Волостновского, Кз — Кинзепулатовского, С — Саратовского); соляные валы: I — Воскресенский, II — Александровский

крылу вала, вдоль фронта Шиханско-Волостновского надвига, докунгурские породы смяты в Арслановскую линейную антиклинальную складку. Шиханско-Волостновский надвиг, создавший кунгурскую и докунгурскую структуры, погружается на восток под углами 40–45°, выполаживаясь на глубине 2300–2500 м до 10° (скв. 45 и 46). В 17 км южнее в обоих кунгурских валах (см. рис. 2 Б) обнаружена та же зависимость пространственного размещения соляных и подсолевых дислокаций. Сквжина 5 прошла через сводовую часть Александровского вала и вскрыла максимальную мощность осадков кунгура — 1900 м. Восточнее скв. 33 и 34 вскрыли Саратовский надвиг, наклоненный на восток под углами 45–10°. К его фронтальной части в подсолевом ложе приурочена Северо-Подгорновская антиклиналь. Аналогичное строение на этой широте обнаруживает и Воскресенский вал. Надвиг, являющийся его восточным крылом, установлен здесь

несколькими разведочными скважинами. Всяческое крыло надвига осложнено Волостновской антиклинальной складкой.

Итак, мы видим, что в пределах Бельской впадины Предуральского прогиба отчетливо устанавливается тесная пространственная и генетическая связь соляных валов и линейных антиклиналей в подсолевом ложе с надвиговыми дислокациями, которые обуславливают формирование и развитие как докунгурского, так и послепермского структурных планов [Казанцев, 1984].

Механизм образования соляных поднятий представляется следующим. Тектоническая пластина, надвигавшаяся с востока под действием горизонтального давления, встречает на пути пластичные породы соленосной формации. Она срывает их с основания, сминая и нагромождает перед фронтом надвига. В дальнейшем поднятие могло расти за счет гравитационного выжимания солей из соседних зон,

приобретая форму диапиров или «ядер протыкания» (рис. 3). Этому способствовали интенсивная трещиноватость и дробление жестких пород в надвиговых зонах, хорошо проницаемых для нагнетания галогенных толщ. Соли при этом собирались в микроскладки, приобретая пloidчатость, захватывая обломки подстилающих и боковых пород. Так в них попали аргиллиты, алевролиты, песчаники и известняки артинского, сакмарского, ассельского и уфимского ярусов, ангидриты, доломиты и глины кунгура. Подобные дислокации в большом количестве встречаются в керне.

Таким происхождением диапиров можно объяснить отмечаемую многими исследователями интенсивную нарушенность и гофрировку пород в верхних частях кунгурских поднятий и ослабление дислоцированности с глубиной. Например, пачка слоистых плитчатых ангидритов, выделяемая в основании галогенной формации, почти повсеместно за пределами нарушений лежит согласно с подстилающими артинскими породами. Ненарушенными оказываются лишь пласты соли, удаленные от надвигов. Всего в 2,5 км западнее Александровского вала скв. 20 вскрыла пачку гидрокарбонатно-сульфатных пород кунгура мощностью 125 м, в составе которой встречаются два 5-метровых слоя каменной соли. Находясь под мощными (> 2 км) молассах верхней перми, они, тем не менее, совсем не деформированы, а залегают горизонтально. Рассмотренные особен-

ности соляной тектоники являются характерными не только для южной части Предуральского прогиба. Аналогичные структурные соотношения устанавливаются в Соликамской впадине. Здесь в кунгурском ярусе выявлено большое число структур, имеющих форму вытянутых валов, прослеживающихся в меридиональном направлении на 150 км и более. Одним из значительных среди них является Камско-Вишерский вал, прослеживаемый на юг от северной границы впадины почти на 200 км. Ширина его колеблется от 6 км (на юге) до 15 км (на севере). Западное крыло вала более крутое (3–6°), чем восточное (до 1°). Амплитуда поднятия — 100 м. Березниковский вал протягивается от р. Вишера до р. Яйва параллельно Камско-Вишерскому на 140 км, имея ширину 6–12 км. Наиболее приподнят он в районе Соликамска и Березников, где только толщина солей достигает 500 м. Западное крыло вала наклонено под углами 7–9°, восточное — 1–2°. Харюшинский вал вытянут в том же меридиональном направлении на 80 км. Ширина его — 6–9 км, высота — около 60 км. Игумский вал прослеживается восточнее Харюшинского и параллельно ему на 145 км при ширине 5–12 км и высоте 200 м. Углы наклона западного крыла достигают 9°, восточного — 2°.

Несмотря на сравнительно простое в целом строение описанных валов, внутри них наблюдается интенсивная дислоцированность. По данным В.А. Вахрамеевой, детально изучившей здесь ряд

соляных поднятий, пласты соли собраны в мелкие (высотой до 15 м) асимметричного профиля складки, вытянутые преимущественно в меридиональном направлении. Часто такие складки запрокинуты на запад и надвинуты на 50–150 м в западном направлении.

Наличие столь сложной деформированности соляной толщи, а также отсутствие продолжения кунгурских антиклинальных структур в подстилающих докунгурских отложениях (слои артинских пород под валами имеют чаще моноклинальное залегание,

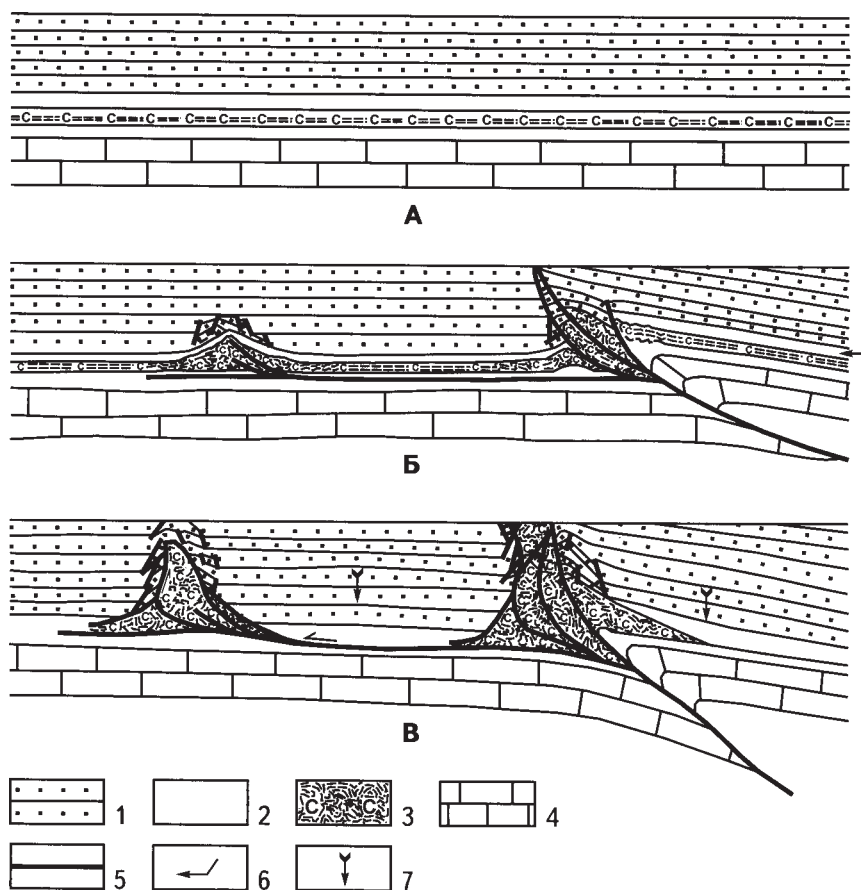


Рис. 3. Предполагаемый механизм формирования соляных структур

А — накопление осадков в бассейне; Б — зарождение диапировых структур в условиях тангенциального сжатия; В — последующее формирование диапировых структур с участием гравитационных сил; 1 — песчаники; 2 — гипсы и ангидриты; 3 — соли; 4 — известняки; 5 — разрывы; 6 — направление тангенциального давления; 7 — направление действия гравитационных сил

а порой образуют понижения), указывают на проявление здесь соляной тектоники. По аналогии с кунгурскими валами Бельской впадины следует признать, что возникновение и формирование валов Соликамской впадины связано с региональными надвигами, фронтальные части которых трассируются вдоль восточных крыльев соляных поднятий. Как и на юге Предуральяского прогиба, последние приурочены к лежащим крыльям надвигов, висячие же их крылья осложнены фронтальными антиклинальными складками.

Тесная взаимосвязь соляных дислокаций и региональных тектонических структур устанавливается во многих областях земного шара. Линейные соляные диапиры, приуроченные к надвигам, выявлены в Афгано-Таджикской впадине [Белеловский, Седлецкий, Коробка, 1971] и Предпиренейских прогибах. Линейная ориентированность соляных поднятий, совпадающая с таким же расположением основных структур, отмечается в Припятской и Днепровско-Донецкой впадинах. Связь соляных структур с разломами в подсолевом ложе доказана для Прикаспийской впадины [Демидов, 1974; Басангов, 1985; Казанцев, Казанцева, 2003]. Закономерности их размещения в пространстве просматриваются на рис. 4 и рис. 5. Здесь же отмечается не только линейность в ориентированности разновозрастных куполов, но и их последовательная миграция в пространстве с запада на восток. Как видим, триасового возраста соляные купола тяготеют к западу, юрские чаще концентрируются несколько восточнее, еще восточнее сосредоточены меловые соляные структуры. Однако эта закономерность не абсолютна. Скорее тенденция, но просматривающаяся довольно уверенно.

Солевой диапиризм довольно широко развит в пределах Прикаспийской

впадины. Диапиры возникли в соленосной толще раннепермского возраста. Несколько меньше их в пределах Припятско-Днепровско-Донецкой системы. Здесь отмечаются три разновозрастные соленосные толщи. Верхнефранская играет главную роль в Днепровском районе. Фаменские соли развиты главным образом в Припятском прогибе, а нижнепермские — преимущественно в западной части Донецкого бассейна.

Соляные структуры Прикаспийской впадины многочисленны (около тысячи) и по средним размерам превосходят аналогичные структуры Днепровско-Донецкого региона. Некоторые из соляных куполов, например, Челкарский, достигают 100 км в диаметре и занимают около 10 000 км<sup>2</sup> по площади. Высота их — 8–10 км. Большинство соляных диапиров имеет в плане округлую или неправильную, часто близкую к изометричной форму. Их формирование протекало не без влияния ориентированных тангенциальных напряжений, что можно наблюдать на рис. 5. И хотя во взаиморасположении не наблюдается строгой упорядоченности, с глубиной отдельные штоки начинают сливаться в гряды, локализация и ориентировка которых, вероятно, контролируется существованием разломов определенных направлений. Развитие диапиров осуществлялось довольно длительно — с поздней перми и до конца кайнозоя. Их рост периодически то усиливался, то ослабевал или почти прекращался.

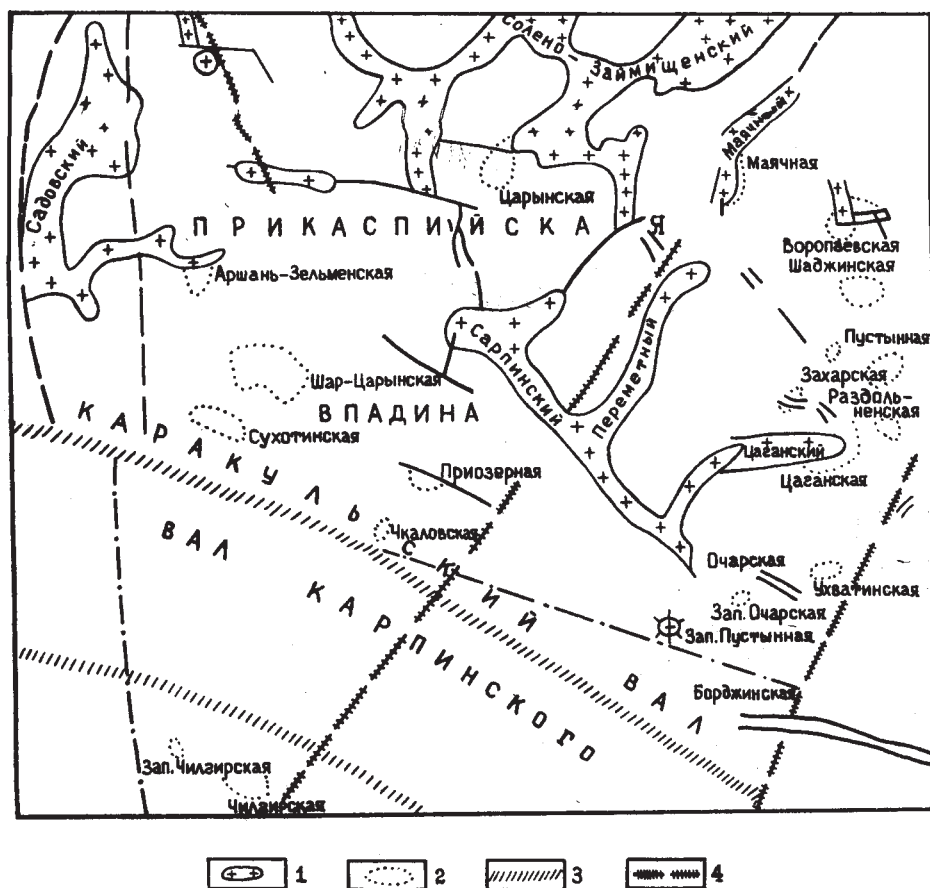
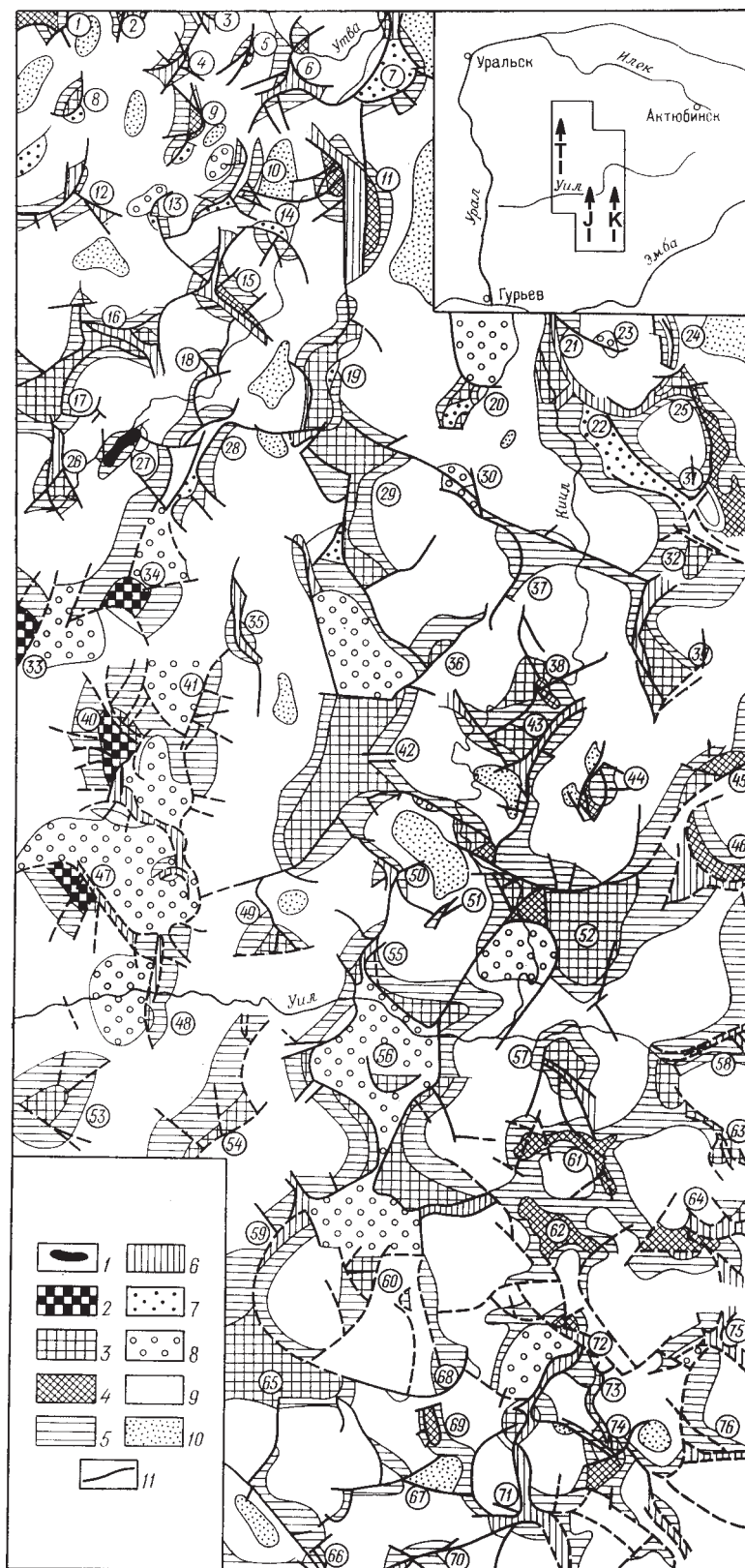


Рис. 4. Обзорная тектоническая схема Калмыцкой АССР, показывающая зависимость ориентированности соляных структур от доминантного направления разломной тектоники. По В.З. Басангову [1985]

1 — соляные купола (по предмеловой поверхности); 2 — локальные структуры по маркирующим горизонтам мела; 3 — главные разломы общедонбасского направления; 4 — главные разломы антидонбасского направления





**Рис. 5. Закономерности соленакопления междуречья Утвы и Сагиза в восточной части Прикаспийской впадины. По Л.Ф. Волчегурскому и др. [1977]**

1 — выходы соляных куполов на доплиоценовую поверхность; 2 — своды куполов, сложенные триасовыми отложениями (Т); 3 — своды куполов, сложенные юрскими отложениями (J); 4 — своды куполов, сложенные нижнемеловыми отложениями (К); 5 — крылья куполов и соляные перешейки; 6 — грабены; 7 — надсводовые мульды оседания; 8 — компенсационные мульды; 9 — межкупольные депрессии; 10 — наиболее прогнутые части межкупольных депрессий; 11 — разрывные нарушения. Соляные купола (цифры в кружках): 1 — Жосалы, 2 — Туз, 3 — Жетьколь, 4 — Чингирлауский, 5 — Шоптыколь, 6 — Лубенский, 7 — Константиновский, 8 — Аксуат, 9 — Акчий, 10 — Булюктау, 11 — Алмазный, 12 — Топкай, 13 — Косколь, 14 — Лебедевский, 15 — Косагаш, 16 — Жарчагыл, 17 — Карасу, 18 — Жигерлен, 19 — Сартсай, 20 — Колпаксай, 21 — Байтас, 22 — Кульчиксай, 23 — Черкесский, 24 — Тубекудук, 25 — Бегалы, 26 — Толпак, 27 — Алгабас, 28 — Телсу, 29 — Чингиз, 30 — Ботакоз, 31 — Тасьмай, 32 — Майлисай, 33 — Кумсай, 34 — Тюртчагне, 35 — Кубасай, 36 — Хобда Южная, 37 — Хобда Северная, 38 — Сагимбай, 39 — Кзылжудыз, 40 — Саурбай, 41 — Кызылкурбан, 42 — Жекендысай, 43 — Джундусай, 44 — Каратау, 45 — Алтымбек, 46 — Ушкаты, 47 — Миялы, 48 — Кенель, 49 — Кзылсай, 50 — Каракемир, 51 — Орындыкты, 52 — Егизкара, 53 — Шаганколь, 54 — Барлыбай, 55 — Косбатыр, 56 — Тамдыкуль, 57 — Кемерши, 58 — Майкудук, 59 — Биркемир, 60 — Сорколь, 61 — Когалы, 62 — Жарсай, 63 — Жидекараганда, 64 — Теке-Кардасин, 65 — Табекмола, 66 — Кемерколь, 67 — Талкудук, 68 — Ербулек, 69 — Саркумак Северный, 70 — Мукур, 71 — Саркумак, 72 — Дулат, 73 — Шокат, 74 — Саркумак Восточный, 75 — Ждала, 76 — Копа. Стрелками показано преимущественное простирание цепочек соляных структур: Т — в триасе, J — в юре, К — в мелу

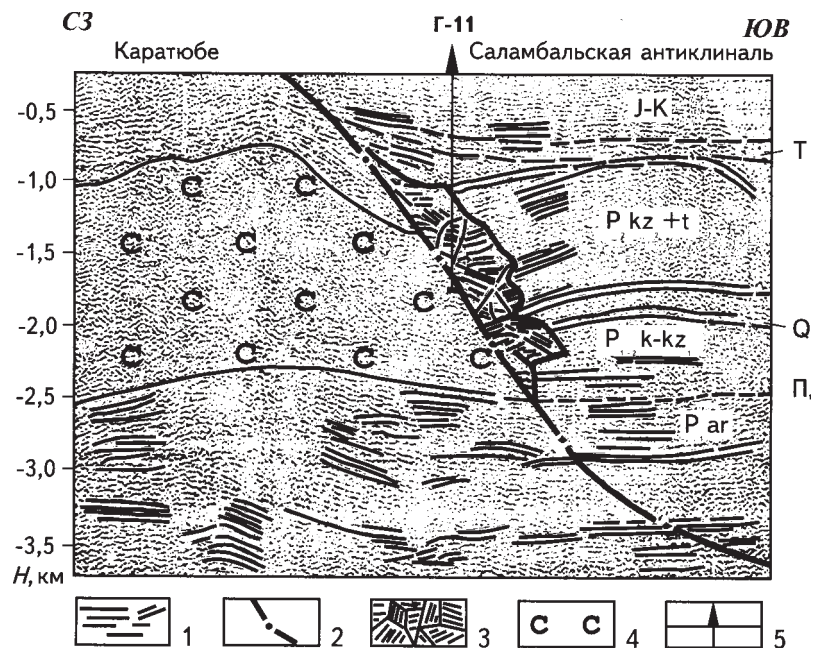
Соляные структуры Днепровско-Донецкого региона отличаются от Прикаспийских меньшими размерами и овальной, чаще сильно вытянутой в плане формой. Диапировые структуры в Припятской впадине также группируются в протяженные субширотные цепочки, тяготеющие к зонам круп-

ных тектонических нарушений. Диапирры приурочиваются к прибортовым зонам, характеризующимся крутым общим уклоном ложа и наиболее сильно разбитым продольными и отчасти поперечными дизъюнктивами. «В длительном развитии диапиризма в Днепровско-Донецком авлакогене устанавливается несколько фаз активизации: предкаменноугольная, предпозднепермская и предпалеогеновая. Две последние фазы совпадают с фазами усиления горизонтального сжатия в этой зоне» [Милановский, 1977, с. 74–75].

На большом фактическом материале (данные бурения и сейсморазведки) [Бакиров, 1983; Бакиров и др., 1992] показана роль тектоники в формировании диапировых поднятий Прикаспийской впадины. Для примера рассмотрим разрез Каратюбинского соляного поднятия (рис. 6). На разрезе показана зона тектонитов, выполненная обломками карбонатных, терригенных и хемогенных пород, сцементированных таким же, но более раздробленным материалом. В.Н. Мазур и Г.И. Селиванов

**Рис. 6. Временной разрез соляного купола Каратюбе и Саламбальской антиклинали в Прикаспии. По К.Х. Бакирову, С.К. Курманову, М.А. Чимбулатову [1992]**

1 — сейсмические отражающие площадки ( $P_1$  — сопоставляемые с кровлей артинского яруса  $P_2$ ); 2 — надвиг; 3 — зона тектонических (глыбовых) брекчий; 4 — соли; 5 — скв. Г-11



(ПГО «Актюбинскнефтегазгеология») достаточно уверенно выделили эту зону на временном разрезе 14–76А, назвав ее зоной «глыбовых брекчий». Блоки горных пород в ней характеризуются значительной нарушенностью залегания пластов (присутствие мелкой складчатости, многочисленных трещин — разрывов и пр.). Как видим (на рис. 6), по надвигу произошло смещение верхнепалеозойских (пермских и каменноугольных) пород, оказавшихся смятыми в принадвиговую антиклинальную (Саламбальскую) складку. Таким образом, было подтверждено как наличие диапиров в тылу надвиговой поверхности, так и образование антиклинальных ловушек углеводородов во фронте надвига.

Однако не все разделяют эту точку зрения. Так, С.Б. Файницкий [2001] на примере некоторых структурных форм, образованных в подсолевых отложениях Прикаспия, утверждает, что структурные поверхности под солями имеют собственный механизм образования, подчиняющийся только палеогеографическим обстановкам.

Выявленные нами закономерности образования и размещения галогенных диапиров и разрывных дислокаций опровергают это. К тому же они имеют важное значение при поисках нефти и газа. Соляные валы в краевых прогибах обычно фиксируют положение фронтальных частей региональных надвигов, в пределах которых формируются линейные нефтегазоносные структуры подсолевого ложа. Антиклинальные ловушки углеводородов в подсолевых отложениях закономерно располагаются вдоль внутренних (по отношению к орогенной области) крыльев галогенных поднятий, где и рекомендуется вести их поиски. Нарушения данной закономерности характерны для геологических объектов, в формировании структуры которых задействованы разноориентированные тангенциальные тектонические напряжения, направленные под углом. Наглядным регионом в этом плане является центральная часть Прикаспийской впадины.

#### Литература:

**Бакиров К.Х.** Надвиговые структуры восточного борта Прикаспийской впадины // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271, № 4. С. 928–932.

**Бакиров К.Х., Курманов С.К., Чимбулатов М.А. и др.** Вертикальная миграция углеводородов и прогноз крупных перспектив промышленной нефтегазоносности пермотриасового комплекса отложений Прикаспийской впадины. Алма-Ата — Актюбинск, 1992. 48 с.

**Басангов В.З.** Особенности разломной тектоники и ее влияние на нефтегазоносность территории Калмыцкой АССР // Геологическое строение и разведка полезных ископаемых Калмыцкой АССР. Элиста: Изд-во Калмыцкого ун-та, 1985. Вып. 7. С. 61–67.

**Беловский М.Л., Седлецкий В.И., Коробка В.С.** О соляной тектонике мегантиклинали юго-западного Гиссара и Афгано-Таджикской впадины // Геотектоника. 1971. № 2. С. 102–114.

**Билалов Р.С., Тагиров И.А., Камалетдинов М.А., Кудашев А.Ш.** Новые данные о строении и перспективах нефтегазоносности Предуральского прогиба // Геология нефти и газа. 1968. № 4. С. 46–50.

**Богданов А.А.** Тектоника Ишимбайского Приуралья. М.: Изд-во МОИП, 1947. 148 с.

**Волчегурский Л.Ф., Ромашов А.А., Фрейдлин А.А.** Новое в геологии восточной части Прикаспийской впадины // Сов. геология. 1977. № 3. С. 32–39.

**Демидов В.А.** Линейная ориентировка соляных куполов и глубинные разломы в восточной части Прикаспийской впадины // Изв. АН СССР. Серия геол. 1974. № 8. С. 115–118.

**Казанцев Ю.В.** Структурная геология Предуральского прогиба. М.: Наука, 1984. 185 с.

**Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.** О механизме соляной складчатости в Предуралье и Прикаспии // Геология нефти и газа. 2003. № 1. С. 28–32.

**Милановский Е.Е.** Роль рифтогенеза в геологической истории Земли // Рифтогенез в истории Земли. Новосибирск: Наука, 1977. С. 5–12.

**Файницкий С.Б.** Некоторые примеры структурно-литологических осложнений строения подсолевого комплекса Прикаспийской впадины по данным сейсморазведки // Геология нефти и газа. 2001. № 5. С. 25–30.