

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
УКРАИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ (УКРНІГРІ)

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР

МАТЕРИАЛЫ ПЕРВОГО СИМПОЗИУМА
г. Львов, 1964 г.

II

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СБРОСОВ НА КУПОЛАХ ЮГО-ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Г. Е.-А. АЙЗЕНШТАДТ, М. В. ГОРФУНКЕЛЬ

(Ленинград, Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт)

Соляные купола Эмбенского района, как известно, сильно нарушены сбросами. Сбросы экранируют и значительную часть нефтяных залежей Эмбы. Столь существенная роль разрывных нарушений давно привлекала к себе внимание исследователей, часть которых связывала возникновение куполов и, как следствие, сбросов на них с глубинной тектоникой.

Некоторые авторы, начиная еще с П. А. Православлева и А. Д. Архангельского, считали, что кристаллический фундамент Северного Прикаспия разбит на блоки серией разломов. Влияние этих разломов, естественно, должно так или иначе сказываться на вышележащих отложениях, в том числе на соленосном комплексе и перекрывающих его толщах. Каков характер этого влияния? По этому поводу существуют разные мнения, на чем мы в дальнейшем и остановимся.

Для решения ряда научных и практических вопросов, связанных с проблемой формирования залежей нефти и поисками крупных месторождений, возникла необходимость уточнения характера распределения дислокаций эмбенских соляных куполов на более полном и новейшем фактическом материале.

Нами были изучены данные по 230 куполам. Методика работы заключалась в замерах протяженности и азимутов простирания нарушений (в десятиградусных интервалах). Всего было сделано свыше четырех тысяч замеров. Для работы использовались геологические карты Южно-Эмбенского и Северо-Эмбенского районов. Это связано с тем, что именно они имеют более или менее равноценную детальность и достоверность для всех участков. Последнее обстоятельство особенно важно для количественной обработки данных. Разделение области на Южно- и Северо-Эмбенскую производилось в границах соответствующих комплексов карт (рис. 1).

Первым этапом работы было построение (отдельно для Южной и Северной Эмбы) графиков, по оси абсцисс которых откладывалась суммарная длина поверхностных сбросов на каждом данном куполе, а по оси ординат — частота встречаемости куполов с данной суммарной длиной сбросов (рис. 2). Графики показывают, что существует некоторая, наиболее вероятная величина, соответствующая, видимо, определенной степени нарушенности надсолевого комплекса куполов. Таким образом, и для Южной, и для Северной Эмбы может быть установлена своя мера нарушенности, которой характеризуется значительная часть структур. Структуры, нарушенность которых выше или ниже этой меры, встречаются относительно реже. Такой характер нарушенности наводит на мысль о возможном существовании закономерного распределения степени нарушенности куполов в плане. При построении соответствующей карты мы считали, что длина сбросов на каждом данном куполе

является в какой-то степени случайной величиной, зависящей от многих причин, не всегда и не вполне поддающихся точному учету. Поэтому в качестве функции рассматривалась не суммарная протяженность поверхностных сбросов на каждом данном куполе, а некоторая величина.

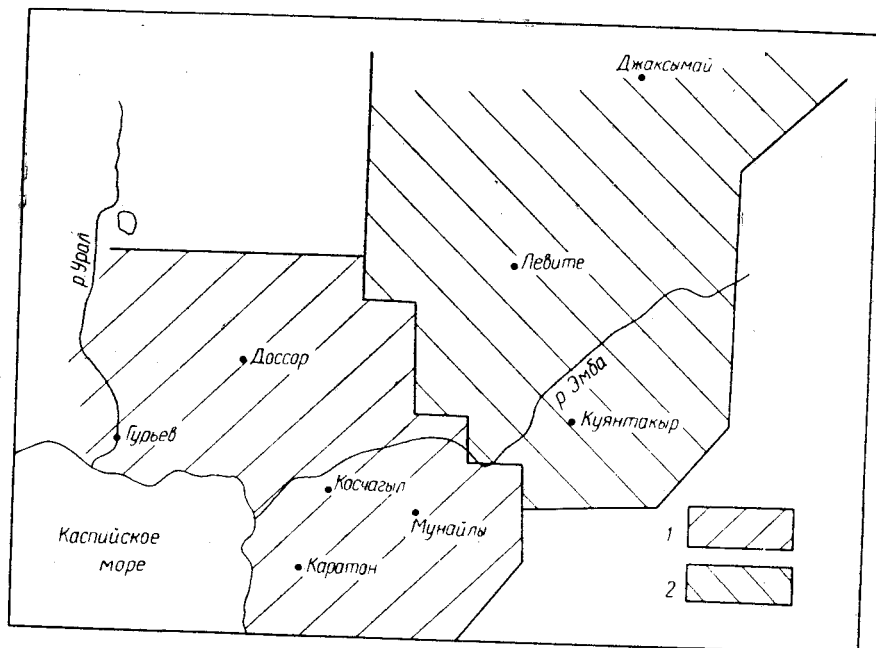


Рис. 1. Обзорная схема района исследований:
1 — Южно-Эмбенский район, 2 — Северо-Эмбенский район.

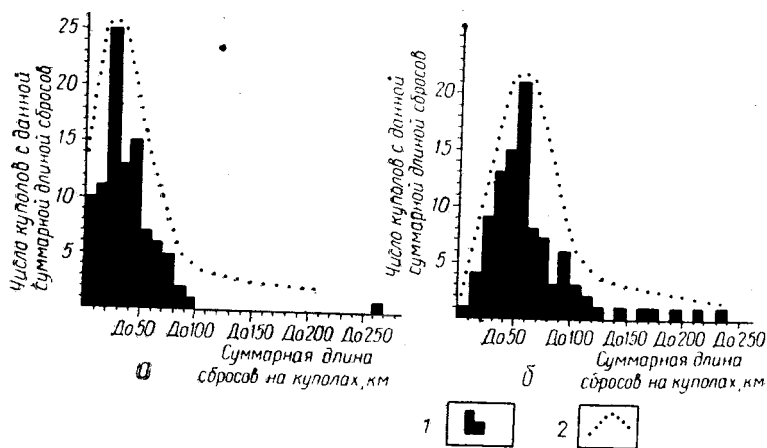


Рис. 2. Распределение сбросовых нарушений на соляных структурах (Горфункель, 1964):
а — Северо-Эмбенский район, б — Южно-Эмбенский; 1 — гистограммы, 2 — аппроксимированные кривые.

Последняя может быть охарактеризована как средняя плотность поверхностных сбросов, или «коэффициент нарушенности», выражаемый в километрах на 1000 км² поверхности Эмбенской области. Построение производилось следующим образом. На карту наносились центры куполов и цифры, соответствующие протяженности поверхностных сбросов

на каждой структуре. Затем выбиралась произвольная квадратная сетка, по каждому квадрату которой подсчитывалась суммарная протяженность сбросов. Эти последние величины относились к центрам квадратов, рассматривавшимся как основа для интерполяции и проведения линий равных плотностей поверхностных сбросов. Размер ячеек был выбран 50×50 км (5×5 см в масштабе карты). Это делалось с таким расчетом, чтобы, во-первых, получить достаточное количество точек для интерполяции и, во-вторых, чтобы величина, соответствующая каждой клетке, была достаточно характерна для данного участка. Последнее определялось тем, чтобы в каждый квадрат попало более или менее одинаковое число куполов (в среднем два — шесть в нашем случае). Если точка попадала на границу между квадратами, то соответствующая ей протяженность поверхностных нарушений делилась пополам между ними.

Понятно, что при таком способе построения сумма в каждом квадрате до известной степени зависит от расположения произвольной сетки. Поэтому нами было выполнено два варианта, в одном из которых сетка была сдвинута и повернута относительно другого. За исключением деталей, в обоих случаях мы имели одинаковую картину. Один из вариантов карты приведен на рис. 3,а. Для разгрузки карты произвольная сетка на ней не показана.

При рассмотрении карты можно сделать следующие предварительные выводы. Во-первых, величина, охарактеризованная нами как средняя плотность сбросов («коэффициент нарушенности»), ведет себя не беспорядочно, а вполне закономерно. На карте обособились две отчетливые зоны повышенной нарушенности (280 км/1000 км² на западе и 120 км/1000 км² на востоке) на фоне низких ее значений, соединенные между собой перешейком. Неравномерная плотность сбросов, очевидно, связана с различиями в интенсивности и характере тектонических движений на куполах в разных частях Эмбенской области. Во-вторых, выделенные зоны оказались не изометрическими, а удлинненными. Западная зона, соответствующая промысловому району Южной Эмбы, имеет северо-западную ориентировку. На конфигурации восточной зоны, видимо, сказываются, кроме северо-западного, еще и северо-восточные направления. Перешеек имеет северо-восточную ориентировку.

Наличие определенной ориентировки выделенных зон навело нас на мысль изучить ориентировку дислокаций на эмбенских соляных куполах и, тем самым, ориентировку куполов.

Этот вопрос в той или иной степени освещался и ранее в работах, связанных с различными районами проявления соляного тектогенеза — с Северным Прикаспием, Северо-Германской впадиной, Примексиканской впадиной. О вытянутости в северо-западном направлении цепочек солянокупольных структур Германии упоминает еще Р. Лахманн (1911). Аналогичное явление для отдельных районов Галф-Коста отмечал М. Борнхаузер (1958). Д. Бартон (1933) писал, что гидрографическая сеть низменности Рейноза в южном Техасе проявляет меридиональную, северо-восточную и северо-западную ориентировку, определяемую линиями разрывов. Направления этих разрывов соответствуют глубинным направлениям фундамента, которые подтверждаются в палеозойских породах плато Льяно-Бернет и гор Марафон и в удлинении соляных куполов, образующих четкие цепочки. Отдельные исследователи, изучавшие Прикаспийскую впадину, высказывали в разное время иногда противоположные взгляды в отношении ориентировки отдельных соляных куполов или их групп. Н. Н. Тихонович (1915) писал о преобладании в юго-западной части Уральского нефтеносного района меридиональных простираций брахиантиклиналей (т. е. соляных куполов), что связывалось им с «направляющим влиянием палеозойских складок, проникаю-

ших на глубине в описываемую местность». Позже им же (1924) были выделены пять тектонических зон брахиантиклиналей. Три восточные (темирская, терсакканская и иманкаринская) вытянуты в меридиональном направлении, а две западные (доссорская и гурьевская) — в северо-северо-западном. Автор отмечает развитие в Уральской области разрывных нарушений радиального характера (сбросы), а также тангенциаль-

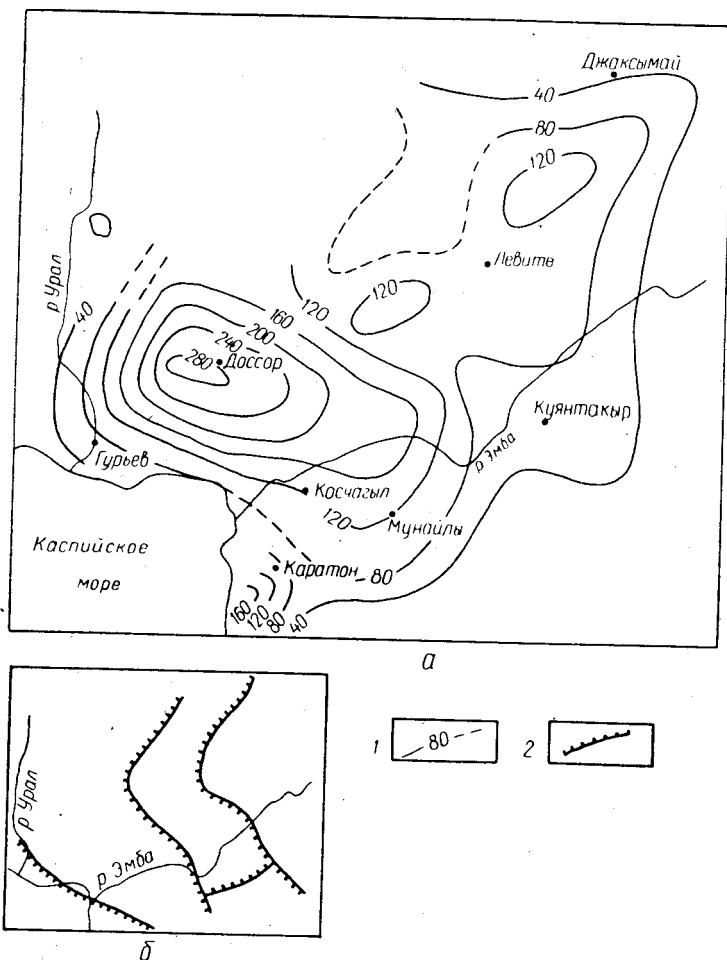


Рис. 3. Степень дислоцированности солянокупольных структур юго-востока Прикаспийской впадины (Горфункель, 1964) — *а* и глубинные разломы кристаллического фундамента Прикаспийской впадины (по Калинин, 1954; Харитонову, 1955; Замаренову, 1955) — *б*:

1 — линии равных плотностей сбросов, км/1000 км², 2 — глубинные разломы.

ных нарушений (сдвигов), иногда весьма значительных масштабов. Причем первые ориентированы преимущественно в северо-восточном, северо-западном или широтном направлении, тогда как последние приблизительно параллельны меридиану. Как Н. Н. Тихонович, так и С. Н. Миронов (1920) указывали, что наряду с четкой зональностью, охватывающей большие группы брахиантиклиналей, устанавливается отсутствие какой-либо закономерности в простираниях осей отдельных структур.

С. В. Шумилин (1933) намечал шесть субмеридиональных тектонических линий, с которыми он сопоставлял цепочки соляных куполов.

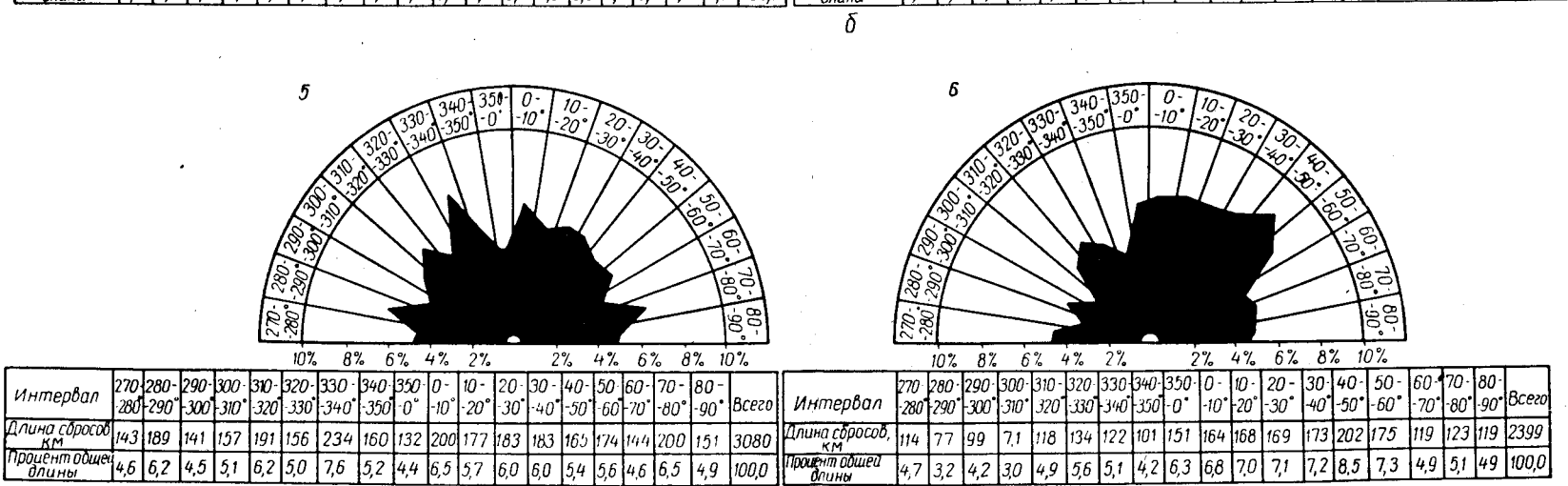
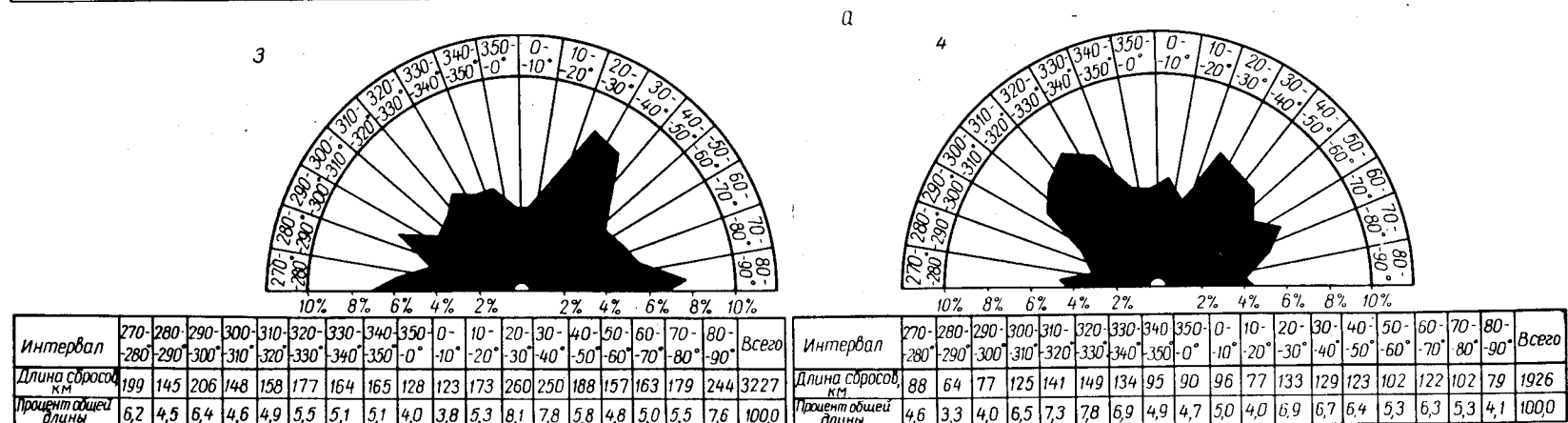
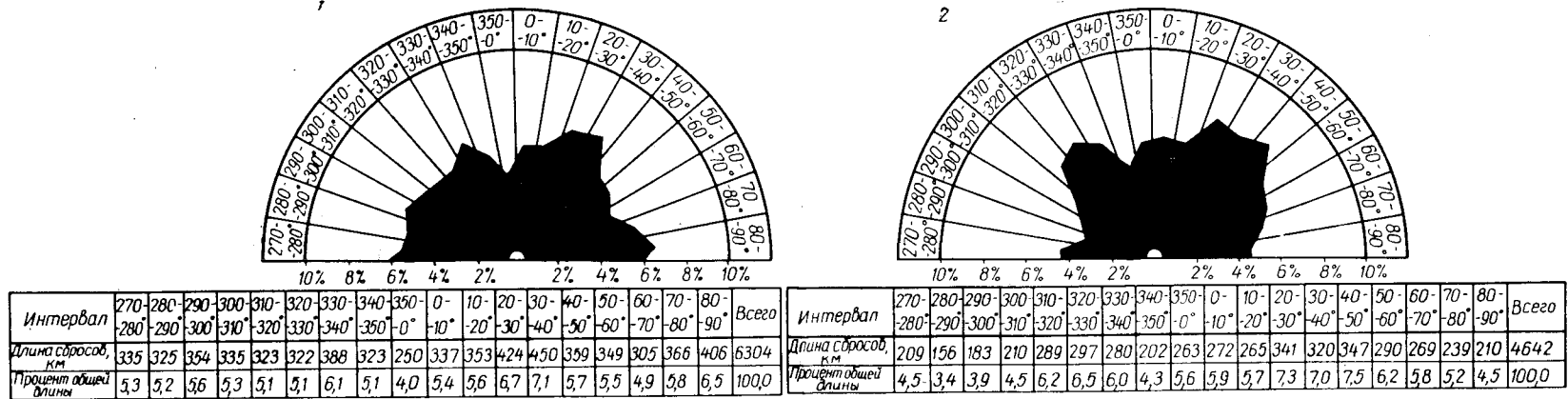


Рис. 4. Ориентировка сбросовых нарушений на соляных куполах юго-востока Прикаспийской впадины (Горфункель, 1964):
 а — суммарные данные, б — ориентировка в зонах максимальной нарушения; в — ориентировка в зонах минимальной нарушения.

Н. А. Швембергер (1940) считал, что длинные оси южноэмбенских соляных куполов имеют преимущественно северо-западные простирания, объясняя это равнодействующим влиянием уральских и мангышлакских складчатых сооружений. Некоторые авторы увязывали ориентировку отдельных групп куполов с изопакитами Байчунасского (Косыгин, Швембергер, Никитина, 1948) или Абжель-Ракушинского (Неволин, 1951) прогибов.

В. К. Василенко (1950) изучил ориентировку структурных элементов более двадцати Эмбенских куполов. Отмечая подверженность ее значительным колебаниям, он выделял все же ряд преимущественных простираний соляных гребней и сопряженных с ними разрывных нарушений. К числу таких простираний относятся «сопряженные дислокации, с одной стороны, северо-западного и северо-восточного направлений, а с другой — север-северо-западного и восток-северо-восточного» (стр. 27). Вторая система нарушений, видимо, моложе первой.

Н. А. Калинин (1954, 1963), а вслед за ним П. Е. Харитонов (1954, 1955) считали, что цепочки куполов приурочены к намеченным ими зонам глубинных разломов кристаллического фундамента Прикаспийской впадины. Г. Е. Айзенштадт (1958) указывал на роль глубинного строения впадины и движений в ее обрамлении, так же как и характера самого обрамления (платформенное, складчатое) в развитии и ориентировке солянокупольных структур. В. С. Журавлев (1960) отмечал, что положение и развитие этих структур определялось движениями глыб кристаллического фундамента по глубинным разломам древнего заложения. Им предположительно выделен ряд таких разломов северо-восточного и запад-северо-западного простирания (например, азгирский разлом).

Наряду с этим В. Я. Авров (1950, 1951, 1955) писал о беспорядочном расположении солянокупольных структур Прикаспийской впадины; А. Н. Гейслер (1951, 1956) рассматривал их как взаимосвязанные элементы, подчиняющиеся гексагональной сетке. Из его представлений вытекает вывод о равномерном распределении дислокаций, в частности сбросов, по всем азимутам.

Нам удалось получить новые, существенно уточненные, данные по вопросу об ориентировке нарушений на соляных куполах юго-востока Прикаспийской впадины. Результаты наших наблюдений представлены в виде нескольких диаграмм-роз, каждая из которых соответствует определенному району Эмбенской области (рис. 4). Всего было построено шесть диаграмм: 1) суммарная для Южной Эмбы, 2) для района максимальной нарушенности Южной Эмбы (купола, расположенные в пределах изолинии $160 \text{ км}/1000 \text{ км}^2$), 3) для района минимальной нарушенности (сюда вошли все остальные южно-эмбенские купола). Три аналогичные диаграммы были построены для Северной Эмбы.

Диаграмма 1 (рис. 4) отражает распределение поверхностных нарушений суммарно для района Южной Эмбы. Для ее построения использованы данные замеров на 105 солянокупольных структурах. На диаграмме можно выделить ряд максимумов, наиболее интенсивный из которых расположен в интервале азимутов $20-40^\circ$. Максимумы отмечаются также в интервалах $70-90$, $330-340^\circ$, а слабый максимум — в интервале $290-300^\circ$. Кроме того, обращает на себя внимание приблизительно меридиональный минимум в интервале $350-0^\circ$, появление которого вряд ли можно связывать с точностью отсчетов, так как он прослеживается на всех диаграммах для Южно-Эмбенского района, но отсутствует на Северной Эмбе.

На аналогичном графике для Северной Эмбы (рис. 4, 2), построенном по данным замеров на 125 куполах, мы видим максимумы в интер-

валах 20—50, 310—330 и 350—10°. Первая группа весьма расплывчата и отделена от третьей лишь небольшим минимумом.

Диаграмма 3 (область максимальной плотности поверхностных нарушений для Южной Эмбы — в пределах изолинии 160 км/1000 км²) (рис. 4) очень напоминает диаграмму 1. Наибольшая нарушенность сосредоточена в интервалах 20—40 и 80—90°. Несколько более слабые максимумы располагаются в интервалах 290—300 и 320—340°. Азимутам 350—10° соответствует минимум.

Диаграмма 4 (рис. 4) была построена для области максимальной нарушенности Северной Эмбы (37 куполов в пределах изолинии 80 км/1000 км²). Здесь можно выделить два интенсивных максимума (310—330 и 20—50°) и более слабые максимумы в интервалах 60—70, 270—280 и 0—10°.

На диаграмме 5 для зоны минимальной плотности поверхностных нарушений Южной Эмбы (рис. 4) наблюдаются максимумы, в порядке убывания интенсивности, в интервалах 330—340 (и почти сливающийся с ним максимум в области 310—320°), 70—80, 280—290° и почти не отделяющиеся от фоновых значений расплывчатые максимумы меридионального (0—10°) и северо-восточного простираний (20—40°). Здесь также имеется меридиональный минимум в интервале 350—0°.

Наконец, на диаграмме 6 (для области минимальной нарушенности Северной Эмбы) выделяются максимум в области 40—50°, к которому примыкает, сливаясь с ним, расплывчатая максимальная зона меридионального простирания, и максимум в области 320—330°.

Сопоставление диаграмм позволяет прийти к следующим выводам. На всех диаграммах четко выделяются максимумы северо-западного и северо-восточного направлений. Характер графиков позволяет предположить, что мы имеем дело с двумя максимумами северо-восточного и двумя или более — северо-западного направлений. Наиболее выражен северо-северо-восточный максимум в интервале 20—40° и северо-западный — в интервале 310—340°. Менее резки восток-северо-восточный максимум в области 60—90° и запад-северо-западный (только для Южной Эмбы) — 280—300°. Кроме того, для Северной Эмбы можно предполагать наличие приблизительно меридионального максимума.

В настоящее время мало кто сомневается в том, что общетектонический план солянокупольных регионов и основные черты строения локальных соляных структур во многом определяются вертикальными движениями отдельных крупных участков фундамента по зонам глубинных разломов. По нашему мнению, это целиком относится и к Прикаспийской впадине. Как указывалось выше, Н. А. Калинин (1954), а вслед за ним П. Е. Харитонов, А. К. Замаренов и В. С. Журавлев, используют геологические, геофизические и геоморфологические данные, наметили в Северном Прикаспии ряд гипотетических зон глубинных разломов (рис. 3,б). Именно с подъемами глыб фундамента можно связывать рост соляных куполов, возникновение их ориентировки и сбросовых нарушений на них. Интересно, что три глыбы («ступени»), выделяемые П. Е. Харитоновым и Н. А. Калининым, находят своеобразное отражение на карте распределения плотности (густоты) нарушений. В самом деле, сопоставляя рис. 3,а и рис. 3,б, мы видим, что зона максимальной интенсивности нарушений Южной Эмбы хорошо ложится на Южно-Эмбенскую ступень П. Е. Харитонова, а другая зона максимальной нарушенности приблизительно совпадает с Северо-Эмбенской ступенью. Средне-Эмбенской ступени соответствует полоса минимальной нарушенности, в центре которой намечается небольших размеров максимум северо-восточного простирания. Эта зона четко прослеживается и в пределах Северо-Эмбенской ступени. Весьма предположительно можно считать, что

эта полоса максимумов северо-восточного простираения соответствует не известной ранее зоне глубинных разломов кристаллического фундамента.

Знаменательным является совпадение направлений выделенных нами зон максимумов с основными направлениями планетарной трещиноватости (рис. 5) (Чебаненко, 1963). Как говорилось выше, главные максимумы на наших диаграммах располагаются в интервалах 20—40 и 310—340°. И. И. Чебаненко указывает, что основные направления планетарной трещиноватости соответствуют азимутам 35—40 и 305—310°.

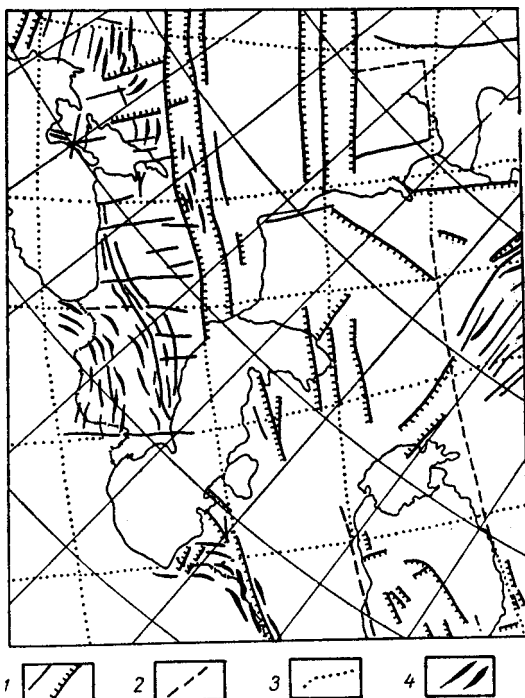


Рис. 5. Схематическая карта расположения главных разломных структур (линеаментов) на части территории СССР (Чебаненко, 1963):

1 — разломы достоверные, 2 — разломы предполагаемые, 3 — преобладающие направления планетарной трещиноватости земной коры; 4 — антиклинальные складки.

Наличие других максимумов, видимо, связано с воздействием второстепенных зон глубинных разломов (Чебаненко, 1963, стр. 76). В частности, меридиональный максимум Северной Эмбы может объясняться влиянием уральского направления.

Весьма интересные выводы позволяет сделать сопоставление интенсивности тех или иных групп максимумов. Так, для зоны максимальной нарушенности Южной Эмбы (рис. 4, 3) наиболее характерны северо-восточные простираения, а для аналогичной зоны Северной Эмбы (рис. 4, 4) — северо-западные. В то же время для зон минимальной нарушенности мы наблюдаем как раз обратную картину. Здесь уже для Южной Эмбы более характерны северо-западные простираения (рис. 4, 5), а для Северной — северо-восточные (рис. 4, 6). Наряду с этим, на всех трех северозембенских диаграммах выделяется меридиональный максимум (более отчетливый для зоны минимальной нарушенности), отмечающийся также и в зоне минимальной нарушенности Южной Эмбы.

Эти особенности можно объяснить следующим образом. На раннем этапе формирования солянокупольных структур, возможно, в конце

верхней перми, было еще достаточно сильным влияние Уральской складчатой системы. В восточной части Прикаспийской впадины возникли меридиональные зоны складок, а западнее, на платформе, развились разломы и флексуры аналогичного направления. Естественно, что преобладающие региональные простирания сказались и на локальных структурах. Наряду с уральскими уже тогда должны были проявиться северо-западные и северо-восточные направления дислокаций. В дальнейшем, в мезозое, по-видимому, главную роль стали играть зоны разломов северо-восточного простирания, отразившиеся, в частности, на ориентировке Южно-Эмбенского погребенного поднятия. Наконец, один из последних интенсивных региональных подъемов, произошедший перед акчагылом, был, видимо, связан главным образом с движениями глыб преимущественно северо-западного направления. Именно вследствие этого на рис. 4,4 главную роль играют северо-западные ориентировки, а на рис. 4,6 преобладают северо-восточные и меридиональные простирания (на соответствующем районе в меньшей мере отразились последние интенсивные движения). В Южно-Эмбенском районе и для зоны минимальной нарушенности характерно преобладание северо-западных направлений. Это вызвано тем, что движения фундамента здесь были на последнем этапе вообще более интенсивны, чем на Северной Эмбе. Труднее объяснить с этих позиций распределение сбросов в зоне максимальной нарушенности Южной Эмбы. Здесь следовало ожидать максимального развития северо-западных ориентировок, тогда как на самом деле преобладают северо-восточные (рис. 4,3). По-видимому, глыба фундамента, соответствующая зоне максимальной нарушенности Южной Эмбы, испытывала в мезозое и палеогене наиболее интенсивные движения и была разбита на ряд более мелких ступеней северо-восточного простирания. Оживление этих ступеней перед акчагылом и вызвало преобладание в надсолевом комплексе куполов сбросов северо-восточных азимутов.

К сожалению, в данной статье мы не можем тщательно рассмотреть ряд вопросов, возникающих в связи со всем, сказанным выше. Поэтому остановимся на этом лишь вкратце.

Существенным является вопрос о механизме влияния движений в складчатом обрамлении Прикаспийской впадины на геологическую жизнь этого обширного региона. Совпадение во времени региональных подъемов и погружений Урала и Кавказа с колебательными движениями в Прикаспии отмечалось ранее (Айзенштадт, 1958). Можно полагать, что эти подъемы и прогибания вызывались движениями подкорковых масс, имевшими одинаковый знак на огромных площадях. В зонах обрамления эти движения проявлялись более резко, что предопределялось всей геологической историей развития упомянутых площадей. В ряде случаев подъемы в обрамлении сопровождались на соседних территориях изостатическими движениями обратного знака, причем возникающие структуры накладывались на общую геоструктуру, связанную с движением подкорковой массы, маскируя и осложняя ее.

Не менее интересен и вопрос о причинах значительной размытости максимумов на наших диаграммах, или, иными словами, о причинах существенного разброса и отклонения ориентировок нарушений надсолевого комплекса от региональных направлений. Это, очевидно, объясняется тем, что сбросы на соляных куполах обязаны своим возникновением не только тем или иным региональным направлениям. В ходе развития куполов массы соли, в силу своей высокой пластичности, проявляли значительную автономность. Это вело к развитию на куполах систем радиальных и периферических нарушений, более или менее равномерно распределенных по всем азимутам. (Причем, на каждом данном куполе, в силу особенностей его геологического развития, харак-

тера перекрывающих соляное ядро пород или иных причин, эти периферические нарушения не обязательно распределялись равномерно). Таким образом, возникал своего рода «фон», маскирующий региональные направления. В качестве такого маскирующего элемента могла выступать и смена во времени ориентировки длинных осей некоторых соляных куполов. Подобное явление было изучено Г. Е.-А. Айзенштадтом (1963) на куполе Тентяксор. Кроме того, на ориентировку нарушений влияли причины, которые по отношению к региональным воздействиям могут рассматриваться как случайные: форма соляного ядра, изменчивость механических свойств надсолевых пород, неоднородность литологического состава самой соли, что приводило к рассеянию и самих региональных направлений. Вообще явления рассеяния тектонических осей при наличии в разрезе толщ соли, глин или иных пластичных пород достаточно широко распространены. Например, оси складок Южной Саксонии и Тюрингского бассейна, связываемых с вертикальными движениями глыб фундамента (Вундерлих, 1957), имеют практически все возможные простирания от 0 до 360°, хотя максимумы простираний приурочены к север-северо-восточным (рейнским) и северо-западным (герцинским) азимутам. Нельзя не отметить влияние и таких случайных (в указанном смысле) факторов, как неравноценность геологических съемок, проводившихся в разные годы, различная степень изученности отдельных площадей, а также погрешности при отнесении данного сброса к тому или иному интервалу азимутов в тех случаях, когда сбросы располагались близко к границам интервалов.

К сожалению, в настоящее время невозможно снять влияние маскирующего «фона» и учесть все причины, приводящие к указанным погрешностям, т. е. выделить в чистом виде региональные простирания. Поэтому в принципе надо считаться с возможностью того, что отдельные максимумы на диаграммах могут быть связаны не с региональными простираниями, а с концентрацией «фоновых» нарушений в тех или иных интервалах азимутов.

В заключение следует отметить, что наличие преимущественных ориентировок соляных куполов подтверждается и на материале других районов Северного Прикаспия. Так, А. П. Шафранов (1963) указывает на преобладание в одном из районов междуречья Урал — Волга куполов, оси которых ориентированы в северо-западном направлении.

Нами были изучены материалы по юго-востоку Прикаспийской впадины, охватывающие примерно четвертую часть всех известных здесь куполов. В дальнейшем, по мере накопления геолого-геофизического материала, предстоит провести его анализ, что позволит, по всей вероятности, уточнить выявленные закономерности и распространить их на весь этот обширный регион.

ЛИТЕРАТУРА

- Авров В. Я. — ДАН СССР, 1950, 73, 3.
Авров В. Я. — ДАН СССР, 1951, 77, 4.
Авров В. Я. — Геол. сб. НИТО ВНИГРИ, III (IV). Гостоптехиздат, Л., 1955.
Авров В. Я., Баренбойм М. И. — ДАН СССР, 1951, 77, 6.
Айзенштадт Г. Е.-А. — Геол. сб. НИТО ВНИГРИ, III (IV). Гостоптехиздат, Л., 1955.
Айзенштадт Г. Е.-А. — Труды ВНИГРИ, 126, 1958.
Айзенштадт Г. Е.-А. — Геология нефти и газа, 1959, 8.
Айзенштадт Г. Е.-А. Антонов К. В. — Труды ВНИГРИ, 207, 1963.
Айзенштадт Г. Е.-А., Герштейн Э. И. — ДАН СССР, 1963, 151, 5.
Василенко В. К. — В кн.: Литологический сборник НИТО ВНИГРИ, 3, 1950.
Гейслер А. Н. — ДАН СССР, 1951, 77, 6.
Гейслер А. Н. — Материалы ВСЕГЕИ, нов. серия, 14, 1956.
Журавлев В. С. — Труды Геологическ. ин-та АН СССР, 42, Изд-во АН СССР, М., 1960.

- Журавлев В. С.—Труды Геологическ. ин-та АН СССР, 92. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Замаренов А. К.—В кн.: Уч. зап. Саратовск. ун-та, вып. геол., 46. 1955.
- Калинин Н. А.—Нефтяное хозяйство 1954, 10.
- Калинин Н. А.—Труды ВНИГРИ, 213, Л., 1963.
- Косыгин Ю. А. и др.—Бюлл. МОИП, отд. геол., 1948, 23, вып. 2.
- Мионов С. И.—Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1920, 1—3.
- Неволин Н. В. Геологическое строение Прикаспийской впадины в свете геофизических данных. Гостоптехиздат, М., 1951.
- Тихонович Н. Н.—Труды Геолкома, нов. серия, 119, 1915.
- Тихонович Н. Н.—Азербайджанское нефтяное хозяйство, 1924, приложение к № 12.
- Харитонов П. Е.—ДАН СССР, 1954, 95, 6.
- Харитонов П. Е.—В кн.: Уч. зап. Саратовск. ун-та, вып. геол., 46, 1955.
- Чебаненко И. И.—Труды Института геологических наук АН УССР, серия геотект., 12, К., 1963.
- Шафранов А. П.—Труды МИНХ и ГП, 43, М., 1963.
- Шумилин С. В.—Бюлл. МОИП, отд. геол., 1933, 11, 1.
- Barton D. C.—Bull. AAPG, 1933, 17, 10.
- Bornhauser M.—Bull. AAPG, 1958, 42, 2.
- Lachmann R. Der Salzauftrieb, 1911.
- Wunderlich H.—Zeitsch. deut. geol. Gesellschaft, Bd. 109, 1, Teil, 1957.