

# ТЕКТОНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СССР

АЛМА-АТА 1978

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
им. К. И. САТПАЕВА

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗАХСКОЙ ССР
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСКОЙ ССР
КАЗАХСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. И. ЛЕНИНА

551.24+553.98

# ТЕКТОНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СССР

*Материалы III Всесоюзного симпозиума по изучению территорий развития соляной тектоники в пределах СССР, проходившего в Алма-Ате 21—25 апреля 1969 г.*

451

Издательство «НАУКА» Казахской ССР
АЛМА-АТА · 1973

*В книгу включены материалы III Всесоюзного симпозиума по тектонике, нефтегазоносности и методике геологопоисковых работ на нефть и газ в пределах солянокупольных областей СССР, проходившего в Алма-Ате 21—25 апреля 1969 г. В публикуемых докладах изложены результаты теоретических исследований в области солеобразования и формирования солянокупольных структур, приведены новые сведения о тектонике большинства солеродных бассейнов СССР, рассмотрены методические вопросы изучения солянокупольных структур.*

*Книга рассчитана на широкий круг научных сотрудников и работников производственных организаций, занимающихся изучением геологического строения солянокупольных регионов и связанных с ними полезных ископаемых. Ее можно рекомендовать также студентам старших курсов нефтяных и геофизических специальностей.*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ш. Е. Есенов (ответственный редактор),
Г. Ж. Жолтаев, С. К. Курманов, А. Б. Ли,
М. М. Маташев, О. С. Турков.

2—9—2
20—72 м



## ПРЕДИСЛОВИЕ

С 21 по 25 апреля 1969 г. в Алма-Ате проходила работа III Всесоюзного симпозиума, посвященного тектонике и нефтегазоносности солянокупольных областей СССР, а также методике поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Этот симпозиум был созван по инициативе Междуведомственной комиссии по изучению солянокупольных областей совместно с Академией наук и Министерством геологии Казахской ССР, Казахским политехническим институтом им. В. И. Ленина. В работе симпозиума участвовало более 300 специалистов 55 научно-исследовательских и производственных организаций Советского Союза.

На пленарных и двух секционных заседаниях обсуждались результаты исследований, проведенных в различных областях развития соленосных формаций, а также тектоническое строение, нефтегазоносность и методика геологопоисковых работ в солянокупольных регионах СССР. Наиболее полно эти вопросы освещены по Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинам. В ходе обсуждения докладов выяснились заметные расхождения во взглядах на влияние различных сил, вызывающих процессы соляной тектоники, и на механизм образования солянокупольных структур. Значительные разногласия возникли также по некоторым положениям теории галогенеза.

В настоящий сборник включены наиболее содержательные доклады, заслушанные на симпозиуме.

# ГАЛОГЕНЕЗ И ОБРАЗОВАНИЕ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР

УДК 553.981'982:550.812

## РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГОПОИСКОВЫХ И РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

*С. К. КУРМАНОВ, П. И. КРАЕВ*

*(Алма-Ата, Министерство геологии КазССР)*

Вплоть до 1959 г. геологопоисковые и разведочные работы на нефть и газ в Прикаспийской впадине проводились на небольшой площади юго-восточной Эмбы, в районе действующих нефтепромыслов. Объемы разведочных работ были весьма ограниченны. Не изучалась нефтегазоносность восточной, северной и центральной частей Прикаспийской впадины, междуречья Урал — Волга, триасовых и верхнепермских отложений на периферии и у крутых склонов соляных куполов, а также подсолевых палеозойских отложений.

На эти недостатки указывалось на научно-технической конференции, проведенной в г. Гурьеве Министерствами геологии СССР и Казахской ССР, АН КазССР и Гурьевским совнархозом в мае 1959 г. В соответствии с решением конференции и постановлениями Советов Министров СССР и КазССР был разработан «Генеральный план региональных геолого-геофизических работ по проведению опорного и параметрического бурения на нефть и газ, а также гидрогеологических исследований с целью изыскания источников водоснабжения».

Определенные этим планом объемы геолого-геофизических работ в установленные сроки не выполнены. Из опытных сверхглубоких опорных скважин было начато бурение только одной Аралсорской скважины. До 5500 *м* она вскрывала породы мезозой-кайнозоя, а затем вошла в верхнепермские отложения. Забой ее находится в породах верхней перми. Пройденный Аралсорской сверхглубокой скважиной разрез является наиболее полным для Прикаспийской впадины. Впервые в условиях межкупольной мульды вскрыт и детально изучен полный разрез меловой, юрской и триасовой систем и большей части верхней перми.

Бурение Биикжалской сверхглубокой скважины начато 1 июля 1967 г. На глубине 1373 *м* она вошла в соленосные образования кунгура. На 1 апреля 1969 г. ее забой (4598 *м*) находился в отложениях кунгурского яруса нижней перми.

Из трех рядовых опорных скважин осуществлено бурение только одной Хобдинской скважины глубиной 4021 *м*. Она закладывалась с целью изучения литологии, фаций, стратиграфии и выяснения возможных перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений. Скважиной с 1108 до 2028 *м* пройдены отложения верхнего, а с 2028 до 4021 *м* — нижнего триаса. Таким образом, в данном районе выявлен и изучен уникальный разрез нижнего триаса мощностью около 2000 *м*.

Из 18 параметрических скважин, предусмотренных генеральным планом на территории Казахстана, на 1 апреля 1969 г. закончено бурение 12. Чинаревская-2 и Тепловская-1, расположенные соответственно

во внешней и внутренней зонах северной части Прикаспийской впадины, находятся в бурении.

Основной объем параметрического бурения выполнен трестом «Уральскнефтегазразведка» в Уральской области. С 1960 по 1968 г. в центральной и северной частях Прикаспийской впадины пробурены параметрические скважины 28— Мастексайская, 26— Зареченская, 20— Джамбейтинская, 27— Порт-Артурская, 19— Чувашская, 35— Кусанкудукская. Все они заложены в условиях межкупольных мульд либо в погруженных крыльях соляных куполов. В результате их бурения получены данные о строении разреза верхнепермских и мезозойских отложений.

В восточной прибортовой части Прикаспийской впадины пробурено 5 параметрических скважин (10— Мортукская, 11— Шенгельшийская, 12— Кенкиякская, 13— Алибекмолинская и 14— Киндысайская). К сожалению, ни одна из них вследствие сложности проходки по мощным отложениям соли не доведена до проектной глубины. По техническим причинам они ликвидированы. Скважины 11, 13 и 14 вскрыли подсолевые палеозойские отложения сакмарско-артинского и каменноугольного возраста.

На юге Прикаспийской впадины, на территории Гурьевской области, пробурены только две параметрические скважины: 22— Джамбайская и 24— Тукбайская. Следует отметить, что первая скважина дала исключительно ценные материалы для изучения литолого-фациальных условий образования мезозойских и верхнепермских отложений, а вторая впервые в пределах юго-западной части впадины вскрыла неогеновые и палеогеновые отложения общей мощностью 3900 *м*.

Региональные геофизические работы в 1959—1961 гг. выполнялись ВНИИгеофизикой, которой отработаны два региональных профиля, пересекающих всю впадину. Начиная с 1961 г. региональные работы стали проводиться трестами «Казахстаннефтегеофизика», «Спецгеофизика» и Казгеофизтрестом. Всего этими организациями за истекшие десять лет отработано около 7000 *пог. км* профилей МОВ (включая точечные зондирования на отдельных куполах), 4000 *пог. км* КМПВ, 3500 *пог. км* профилей ГСЗ и ГСП (КМПВ со станцией «Земля»). В центральной части впадины проведены площадные исследования методом теллурических зондирований (МТЗ).

Больше всего сейсмических профилей отработано на восточном борту впадины. Почти все они выполнены комплексно, что позволило равноценно осветить строение всего осадочного чехла до кровли фундамента включительно. На двух профилях проводились работы ГСЗ. Эта часть впадины в некоторой степени может служить иллюстрацией того, какой комплекс работ и в каком объеме необходимо применять в других районах для обоснованного проведения геотектонического районирования.

Полученные здесь по отдельным профилям сведения о строении и глубине залегания фундамента противоречат друг другу. Так, по оценке треста «Спецгеофизика», выполнившего сейсмические и электроразведочные работы, фундамент в центральной части впадины залегает на глубине 13—17 *км*, а по данным профиля ГСЗ, отработанного Илийской геофизической экспедицией, глубина до фундамента составляет 20—21 *км*. Еще бóльшие неувязки между отдельными профилями отмечаются по границам внутри фундамента.

Полнее освещено в этом районе строение подсолевых отложений. Однако и этот комплекс изучен весьма схематично. На многих профи-

лях по подсолевым осадкам фиксируются тектонические нарушения, однозначно протрассировать которые из-за редкой сети профилей невозможно. Поэтому карты, построенные по поверхности подсолевого комплекса, носят сугубо схематичный характер и не отражают всей сложности его строения.

В целом региональные работы дали очень ценные результаты. Они подтвердили мнение о большой глубине залегания подсолевых отложений и выяснили общий характер их строения. Внутри впадины выделяется несколько зон с резко отличными особенностями строения осадочного чехла. Границы их в настоящее время установить невозможно, так как эти зоны, резко обосабливаясь по сейсмическим характеристикам, плохо прослеживаются в других геофизических полях: в гравитационном поле из-за сильного искажающего влияния соляных куполов, а в магнитном, наоборот, из-за слабой его дифференцированности. Указанные обстоятельства вызывают необходимость значительно сгустить сеть региональных профилей.

Планомерными нефтепоисковыми работами в настоящее время охвачена большая территория Прикаспийской впадины. В северной прибортовой зоне и в центральной части впадины поисково-разведочные работы осуществлялись трестом «Уральскнефтегазразведка». Основные результаты проведенных на территории Уральской области работ заключались в следующем. Признаки нефти были отмечены в отложениях верхнего девона в Щучкинской скважине 1 и в породах каменноугольного возраста на Карповской площади в скважинах 2 и 6. Кроме того, в процессе бурения Чинаревской параметрической скважины в осадках среднего карбона зафиксированы аномально повышенные газопоказания. Поднятые с интервала 3655—3674 *м* (средний карбон) образцы керна представлены известняками, пропитанными нефтью. Во внутренней части прибортовой зоны признаки нефти и газа наблюдались в процессе бурения параметрической скважины на Тепловской площади в отложениях среднего карбона. В центральной части впадины небольшая залежь нефти выявлена только на структуре Болганмола. Она приурочена к терригенным породам верхнего триаса и залегает на глубине 1800 *м*. Газопроявления отмечались по газовому каротажу в разрезе триаса на площадях Акмалык, Порт-Артур, Карагай, Аралсор. Установлены небольшие залежи в плиоценовых образованиях на площадях Аукетайчагыл, Порт-Артур и др. и в породах нижнего мела Карагая.

Судя по результатам проведенных за десять лет работ, можно сделать вывод о том, что мезозойский комплекс в центральных районах междуречья Урал — Волга малоперспективен. Здесь солянокупольная тектоника развита активнее, чем в других местах, вследствие чего надсолевые осадки подвергнуты большему разрушению.

Следует отметить, что детальные сейсмические исследования ведутся во всей северной прибортовой зоне Прикаспийской впадины. При этом во внешней зоне выявлены и подготовлены для бурения только два небольших замкнутых поднятия — Щучкинское и Чинаревское, а во внутренней зоне как по надсолевым, так и по подсолевым комплексам отложений четко выраженных брахиантиклинальных структур не обнаружено. Здесь отмечается обширный моноклинальный подъем палеозойских пород к северу, в направлении Токаревского регионального нарушения. Однако в зоне сброса благоприятных экранов, служащих для аккумуляции углеводородов, пока не установлено.

В южной и юго-восточной частях Прикаспийской впадины работы проводились Западно-Казахстанским геологическим управлением.

В юго-восточной части Прикаспийской впадины открыты сравнительно крупное нефтегазовое месторождение Прорва и небольшое — Актюбе. Основные промышленные запасы нефти и газа связаны с мезозойским комплексом. Отличительной особенностью геологического строения этой части является возрастание мощности надсолевой толщи. Соляные купола здесь погружены глубже, чем в центральной части. К бортовому обрамлению впадины соль либо выклинивается, либо фациально замещается сульфатно-карбонатными отложениями, в связи с чем затухает интенсивность соляной тектоники, купола приобретают спокойные очертания, почти исчезают характерные для соляных куполов многочисленные сбросы и несогласия. Все это создает благоприятную обстановку для формирования и сохранения высокопродуктивных залежей нефти и газа. В рассматриваемом районе геофизическими работами подготовлен целый ряд перспективных для бурения структур (Лебяжье, Морская, Прорва Морская и др.). Однако данная территория во время морян затапливается морской водой, что сдерживает геологоразведочные работы.

С 1960 г. освещаются также геологическое строение и нефтегазоносность группы солянокупольных структур в Макат-Доссорской зоне. Здесь выявлены небольшие по размеру месторождения нефти Танатар, Каратал, Бакланий, Джантерек. Установлены новые залежи в ранее открытом месторождении Алтыкуль.

В 1962—1963 гг. в южной части Волго-Уральского междуречья открыты нефтяные месторождения Мартыши и Камышитовое, которые в масштабе солянокупольных месторождений Южной Эмбы относятся к числу сравнительно крупных. Кроме того, доказана промышленная значимость залежей нефти на площади Гран, залежи нефти вскрыты на структуре Жанаталап. Нефтеносные горизонты названных месторождений связаны с отложениями триаса, средней юры и нижнего мела.

В Волго-Уральском междуречье распространены купола эмбенского типа. Большинство из них слабо нарушено и характеризуется увеличенной мощностью неогеновых и четвертичных отложений. Это создает благоприятные условия для сохранения образовавшихся скоплений нефти и газа, что подтверждается наличием залежей нефти на месторождении Камышитовом, где они приурочены к пластам, размытым в сводовой части структуры. На данной территории выявлен и подготовлен для глубокого бурения целый ряд перспективных для нефтегазонакопления структур — Октябрьская, Забурунное, Сарчагылская, Кулбайская и др. Все это свидетельствует о высокой перспективности южных районов Волго-Уральского междуречья и о необходимости расширения поисков новых месторождений.

В восточной части Прикаспийской впадины трестом «Актюбнефтеразведка» в 1969 г. открыто месторождение Кенкияк, являющееся самым крупным по запасам среди месторождений Прикаспийской впадины. В последующие годы в Актюбинской области обнаружены месторождения Акжар (1962 г.) и Каратюбе (1966 г.). Нефтеносные горизонты этих месторождений приурочены к песчаным пластам верхней перми, триаса, средней юры и нижнего мела.

Установление промышленной нефтегазоносности верхнепермских отложений на месторождении Кенкияк, характеризующемся многопластовыми залежами, дает новое направление поисковым работам на нефть и газ в подсолевых отложениях всей территории Прикаспийской впадины, причем оно не ограничивается перспективами поисков нефти и газа только за крутыми склонами соляных куполов. Основными

объектами могут быть также периферии соляных куполов и межкупольные зоны.

В этом же районе при бурении поисковых скважин на площадях Жанажол и Кумсай наблюдалось интенсивное газопроявление из отложений сакмарско-артинского и каменноугольного возраста. При опробовании мячковского горизонта в скважине 1 на площади Жанажол получен слабый приток газа. В скважине 13-П на Алибекмолинской площади в известняках каширского горизонта отмечались признаки нефти. Перспективы нефтегазоносности этих отложений очень высокие, что подтверждено в 1967 г. открытием крупнейшего газоконденсатного месторождения на Оренбургском валу. Поэтому освоение глубин и поиски залежей нефти и газа в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины считаются одной из первоочередных задач.

Для поисков нефти под солью в настоящее время практический интерес представляют, видимо, прибортовые части впадины, где глубина залегания подсолевых отложений не превышает 5000 *м*, а площадь составляет примерно треть Прикаспийской впадины. Наиболее благоприятными для разрешения проблемы нефти и газа в подсолевых отложениях являются ее юго-восточная и восточная части. В тектоническом отношении они характеризуются общим региональным погружением подсолевых палеозойских осадков от краев впадины к центру. На фоне погружения палеозойские образования смяты в различного вида складки, от сжатых линейных по краям до куполовидных в погруженной части впадины. Сейсмическими исследованиями здесь выявлен и с различной степенью освещен ряд подсолевых структур платформенного типа, представляющих большой интерес для постановки глубокого бурения. Подсолевые локальные поднятия установлены под многими соляными куполами. Крупные солянокупольные структуры, по-видимому, являются унаследованными от подсолевых локальных тектонических структур. Эта закономерность может служить критерием для поисков подсолевых структур.

Заслуживают серьезного внимания и палеозойские отложения Южно-Эмбенского поднятия. В этой зоне они представлены платформенными фациями, относительно слабо дислоцированы. Разрез их довольно полный. Здесь имеются коллекторы и различного типа ловушки, благоприятные для нефтегазонакопления. При поисково-разведочных работах обнаружены прямые признаки нефтегазоносности. Так, на Туресае в скважине 3 установлено выделение горючего газа из тульского горизонта. На Тугаракчане образцы керна, отобранные из нижнепермских отложений, были пропитаны нефтью. На площади Жанасу в скважине 11 получен приток тяжелой нефти из девонских отложений. Такие данные говорят о возможности открытия в этом районе месторождений нефти и газа.

Следует также уделять больше внимания вопросам изучения геологии и нефтегазоносности акваториальной части Каспийского моря. В начале 60-х годов здесь в незначительном объеме проводились морские геофизические работы, которые дали возможность уточнить глубинное геологическое строение и выделить наиболее крупные структурные элементы второго порядка по подсолевому комплексу.

Таким образом, за последние десять лет в Прикаспийской впадине выполнен значительный объем региональных геолого-геофизических исследований, поисково-разведочных и научно-исследовательских работ. Получены новые данные о геологии и нефтегазоносности ее отдельных районов. За это время открыто 11 новых нефтегазовых месторождений, в том числе такие крупные, как Кенкияк, Прорва, Мартыши.

Результаты проведенных работ дают возможность признать территорию Прикаспийской впадины по прогнозной оценке запасов нефти и газа как одну из крупнейших нефтегазоносных провинций мира. Однако, как уже было отмечено, выявленные запасы нефти и газа еще незначительны. Такая диспропорция между разведанными запасами и их перспективно-прогнозной оценкой объясняется недостаточной изученностью впадины.

До сих пор многие вопросы геологии Прикаспийской впадины остаются дискуссионными. Несмотря на многолетние усилия производственных и научно-исследовательских организаций, не удалось установить в пределах самой впадины наиболее перспективные зоны и стратиграфические интервалы, содержащие богатейшие продуктивные горизонты. Не решены методические вопросы поисков и подготовки структур, залегающих на больших глубинах на периферии куполов и в межкупольных пространствах.

На основании результатов проведенных геологопоисковых, разведочных и научно-исследовательских работ можно определить следующие направления дальнейших исследований:

1) поиски нефтегазовых месторождений в подсолевых палеозойских отложениях прибортовых частей впадины, для чего необходимо решить проблемы технологии бурения сверхглубоких скважин, проведения промыслово-геофизических исследований, испытания и опробования продуктивных горизонтов в условиях высоких давлений и температур;

2) усиление поисково-разведочных работ в надсолевом комплексе отложений прибортовых частей впадины и усовершенствование методики подготовки структур геофизическими методами по различным отражающим горизонтам;

3) разработка методики выявления структур по пермотриасовым отложениям, которые составляют более половины разреза надсолевого комплекса и распространены в основном в глубоких межкупольных мульдах;

4) усовершенствование методики поисков и подготовки структур, связанных с зонами литологического и стратиграфического выклинивания;

5) возобновление поисково-разведочных работ на Южно-Эмбенском поднятии;

6) проведение геологопоисковых работ в акваториальной части Каспийского моря.

Одновременно с указанными работами необходимо значительно усилить региональные геолого-геофизические исследования, направив их на решение задач по уточнению глубинного геологического строения впадины, особенностей тектонического строения и истории развития отдельных ее районов, по выяснению закономерностей размещения нефтяных и газовых месторождений и установления зон, наиболее благоприятных для образования крупных нефтяных и газовых месторождений.

УДК 553.63

# НОВЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПРИРОДУ ИСКОПАЕМЫХ СОЛЕЙ

*В. И. СОЗАНСКИЙ*

*(Киев, Институт геологических наук АН УССР)*

В результате пересмотра нового фактического материала в первую очередь по глубокому разведочному бурению на нефть и газ в соляно-купольных регионах мира в последние годы оформились новые взгляды на происхождение галогенных формаций, которые находятся в противоречии со старыми классическими представлениями (Порфирьев, 1961; Созанский, 1963, 1965; Кудрявцев, 1966).

Проведенные нами исследования по выявлению истории геологического развития Днепровско-Донецкой впадины показали, что соли во впадине накапливались не в спокойном морском заливе, а в каком-то своеобразном, тектонически активном бассейне, причем солеобразование совпадало с периодами наиболее мощных тектонических движений. Так, девонские галогенные формации формировались во время возникновения глубинных разломов, определивших структуру Днепровско-Донецкой впадины, что сопровождалось повсеместными вулканическими извержениями. Соль девонского возраста пронизана эффузивами на всей территории впадины от Донбасса до Припятского прогиба, что подтверждается широким развитием диабазов в кепроках соляных куполов, а также наличием пластов эффузивов в соленосных образованиях.

Для выяснения условий соленакопления нами проанализировано геологическое строение соленосных формаций различных регионов мира. Установлено, что соленакопление совпадало с периодами наиболее активных тектонических движений, проявляющихся в регионе. В большинстве случаев в солеродных бассейнах отмечено излияние основных эффузивов.

Кроме Днепровско-Донецкой впадины вулканогенные продукты, представленные в основном базальтами и диабазами, присутствуют в солях Припятского, Предкарпатского, Лено-Ангарского и Березовского прогибов, Ереванской, Двино-Мензенской, Хатангской, Вилюйской, Тюрингской впадин, Румынских Карпат, Карлсбада, юго-восточной части Нью-Мексико, арктических островов Канады, Гальштадского соляного месторождения в Альпах, Данакильской соляной долины (Африка), Пенджабского соляного кряжа, бассейна Миа-Рир (Сахара), Алжира, Ирана, Амазонского (Бразилия) и Аквитанского (Франция) бассейнов, Марокко и Испании. Прослои вулканических пеплов в разрезе соленосных формаций обнаружены в мезозой-кайнозойских соляных образованиях Средней Азии и неогеновых солях Нахичеванской впадины.

Широкое развитие вулканогенных продуктов внутри соленосных толщ не может быть случайным явлением. Оно скорее указывает на генетическую связь солеобразования с глубинными процессами. Рекон-

струкция палеогеографической обстановки условий солеобразования позволила нам высказать мнение о связи накопления ископаемых солей с глубинными разломами, проникающими в мантию. Это мнение находится в противоречии с идеями классической геологии.

В подходе к решению проблем солеобразования в настоящее время четко наметились два направления: химическое и геологическое. Первое развивали ведущие химики Г. Узилио, Г. Бишоф, К. Оксениус, Я. Г. Вант-Гофф, С. Н. Курнаков, С. Ф. Жемчужный, М. Г. Валяшко, изучившие условия осаждения солей из многокомпонентных систем при различных температурах и разработавшие парагенетические диаграммы.

Несмотря на исключительно большое количество работ, посвященных этой проблеме, окончательно еще не выяснены закономерности формирования месторождения солей, и, как уже отмечалось (Яншин, 1961), последовательность отдельных минералов и их мощность в разрезе соленосных толщ не соответствует ни одной из разработанных диаграмм физико-химического равновесия.

Многочисленные попытки увязать теоретические представления о солеобразовании с конкретной геологической обстановкой не привели к положительным результатам. В связи с этим большинство геологов (Н. И. Андрусов, Д. В. Наливкин, М. П. Фивег, А. Л. Яншин), изучавших физико-географическую обстановку современных солеродных бассейнов, пришли к выводу, что седиментационные условия прогибов, в которых формировались мощные толщи солей, не могут быть установлены методом актуализма. Они считают, что древние солеродные моря были специфическими образованиями прошлых геологических эпох, которые не имеют аналогов в современности.

Принимая гипотезу солеобразования в результате выпаривания морской воды в условиях аридного климата, необходимо обосновать геологическим материалом несоответствие разреза соленосных толщ компонентному составу морской воды. Исследователи давно уже обратили внимание на то, что парагенетические ассоциации минералов соляных залежей отличаются от солевого состава морской воды. Из обобщений Г. Борчерта и Р. Мюира (Borchert, Muir, 1964) следует, что ископаемые соли состоят в основном из гипсов, ангидритов и известняков, тогда как в морской воде содержатся главным образом хлориды натрия и магния.

Отсюда следует, что при выпаривании морской воды нельзя получить тот комплекс солей, который встречается в ископаемом состоянии. Несоответствие между морской водой и ископаемыми солями вначале пытались объяснить выщелачиванием сульфатов магния. Однако оказалось, что сульфаты магния менее растворимы, чем остающиеся на месте хлориды. В связи с этим Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный (1917) предложили новое объяснение, согласно которому соли выпадают в промежуточном бассейне в виде гипсов и доломитов в результате взаимодействия морской воды с водами, поступающими с суши и богатыми гидрокарбонатами кальция: $2Ca(HCO_3)_2+MgSO_4=$ $=CaMg(CO_3)_2\downarrow+CaSO_4\downarrow+2CO_2+2H_2O$. После израсходования $MgSO_4$ метаморфизм морской воды будет продолжаться следующим образом: $2Ca(HCO_3)_2+MgCl_2=CaMg(CO_3)_2\downarrow+CaCl_2\downarrow+2CO_2+2H_2O$.

Экскурс известных химиков в область геологии не разрешил все противоречия проблемы солеобразования, поскольку это предположение требует наличия рядом с соленосными бассейнами бассейнов-двойников, выполненных гипсами и доломитами, что не подтверждается палеогеологическими данными.

Одним из основных противоречий гипотезы формирования солей вследствие испарения морской воды является отсутствие органических остатков в ископаемых солях. Если допустить, что ископаемые толщи каменной соли образовались путем выпаривания морской воды, то в солях должны встречаться большие массы захороненного органического вещества. Бассейны солеобразования были бы также и бассейнами нефтеобразования, а соленосные толщи явились бы исключительными по производительности нефтематеринскими свитами. Выдвигался даже вариант органической теории образования нефти: лагуны рассматривались как бассейны нефтеобразования, где вследствие повышенной соленосности происходили массовая гибель животных и накопление огромного количества жирового вещества, которое затем в условиях повышенной температуры превращалось бы в нефть.

Исследованиями современных лагун, где накапливались соли, установлено наличие погребенной органики. И. М. Губкин (1932) и А. П. Виноградов (1962) отмечают, что разведочным бурением в донных солевых отложениях Кара-Богаз-Гола обнаружены пласты, содержащие огромные скопления рыб, которые даже предлагалось использовать в качестве удобрения. Кроме рыб в заливе Кара-Богаз-Гол отлагаются значительные массы водорослей и моллюсков, образующие в дельте пролива мели, косы и острова.

Однако органические остатки в ископаемых солях встречаются крайне редко, что невозможно увязать с гипотезой солеобразования путем сгущения морской воды. Расчеты показывают, что в отложениях годичного слоя, равного, по данным М. П. Фивега (1954), 5—10 *см*, с единицы поверхности в год должен выпариться столб воды высотой более 5 *м*. Значит, с Днепровско-Донецкой впадины площадью 55 тыс. $км^2$ ежегодно должно выпариваться 300 $км^3$ морской воды. Для поддержания процесса солеобразования впадина должна была пополняться новыми порциями воды и, таким образом, в направлении солеродного бассейна должен был существовать мощный поток морских вод, с которым, несомненно, привносились бы и живые организмы. Поскольку скорость образования соляных толщ в соленосных бассейнах большая, могли создаваться необычайно благоприятные условия для накопления и сохранения органического вещества. Органика не может бесследно исчезнуть из солей, а отсутствие органического вещества в толщах ископаемых каменных солей указывает, что соль образовалась не в результате испарения морской воды, а каким-то другим путем, и, следовательно, процесс соленакопления не имеет ничего общего с простым сгущением морской воды.

В результате проведенных в последнее время геологоразведочных работ на нефть и газ в солянокупольных регионах обнаружены колоссальные скопления солей мощностью в сотни и даже тысячи метров, развитые на больших территориях. По подсчетам А. А. Билыка (1968), средняя мощность девонской соли в Днепровско-Донецкой впадине составляет свыше 1400 *м*, а в Прикаспийской впадине в пермское время накопилось 4000 *м* солей (Эвентов, Соколин, 1966). Согласно представлениям классической геологии, для формирования этих мощных скоплений солей требуется переработать огромное количество морской воды. Так, например, для получения толщи девонской соли Днепровско-Донецкой впадины мощностью 1400 *м* необходимо выпарить столб воды в 110 тыс. *м;* соответственно для формирования пермской соли Прикаспийской впадины мощностью 4000 *м* требуется высота столба воды в 310 тыс. *м*. Если учесть огромные площади распространения соляных толщ, то становится очевидным, что для их образования долж-

ны были выпариться колоссальные массы морской воды, которые можно было бы сопоставить с объемом мирового океана.

Трудно представить себе механизм осаждения такого большого количества солей из вод мирового океана, тем более что в настоящее время имеется ряд данных, свидетельствующих о том, что до мела вообще не было океанов. На основании анализа новых материалов о строении океанического дна В. В. Белоусов (1955) пришел к заключению о молодом меловом возрасте океанических впадин, которые возникли в результате растрескивания земной коры и постепенного погружения больших ее участков на значительную глубину. Этот процесс сопровождался грандиозным развитием вулканизма, о чем свидетельствует широкое распространение вулканов на дне океанических впадин. Исследованиями установлено, что все дно океанов буквально усеяно громадными вулканическими конусами, излившими в разное время колоссальные объемы лав базальтового состава. В. В. Белоусов (1955) отмечает, что ничего подобного по масштабу вулканической деятельности на материках мы не знаем.

Бурение на ряде атоллов, расположенных на различных участках Тихого океана, таких, как Энивентон, Бикини, Большой Барьерный риф и другие, показало распространение мелководных коралловых известняков с остатками фораминифер плиоценового, миоценового и эоценового возраста, залегающих на базальтовом субстрате потухших вулканов. На основании этого был сделан вывод о том, что дно Тихого океана с конца мелового периода погрузилось на глубину 1500—2000 *м*. Прогибание океанического дна должно было сопровождаться соразмерным уходом вод из материковых морей в образованную впадину. Однако в геологической летописи не зафиксированы какие-либо указания на регрессию морей во время погружения дна и углубления океана. Поэтому В. В. Белоусов считает, что опускание океана компенсировалось поступлением в океанические впадины все новых объемов ювенильных вод.

Новые материалы о строении океанов коренным образом меняют наши устоявшиеся представления об истории развития земной коры, а ведущий французский геолог Р. Фюрон (Furon, 1958) охарактеризовал результаты изучения океанических впадин как выдающееся достижение современной геологии.

Поскольку в настоящее время имеется достаточно оснований утверждать, что раньше, по крайней мере до мела, на земле не было глубоководных океанов и на их месте находились мелководные морские бассейны, меньшие по площади, чем современные океаны, непонятно, в результате испарения каких вод могли накопиться огромные толщи солей кембрийского, девонского и пермского возраста. Нам представляется более обоснованной точка зрения, связывающая формирование мощных толщ ископаемых солей с поступлением их из глубинных частей земной коры.

В основе представлений о солеобразовании лежат взгляды на океан, его палеохимизм и историю развития. В прошлом некоторые исследователи связывали минерализацию вод океана с выщелачиванием солей из кристаллических пород при их выветривании. Специальные работы, выполненные в этом направлении, показали необоснованность такой точки зрения. Входящие в состав солей катионы $Na^{+}$, $K^{+}$, $Ca^{++}$, $Mg^{++}$ и др. широко распространены в горных породах, и их наличие в солях нетрудно связать с поступлением из горных пород при выветривании. Этого, однако, нельзя сказать о $Cl'$, $CO_3''$ и $SO_4''$. Если считать, что все осадочные породы вторичны и образовались в основном вследствие

разрушения первичных кристаллических пород, то невозможно аргументировать наличие того количества хлора, серы и углекислоты, которое встречается в составе солей, поскольку эти компоненты крайне редко наблюдаются в кристаллических породах. По мнению У. У. Руби (Rubey, 1951), только незначительную их часть можно получить при выветривании кристаллических пород.

О происхождении остальной части этих компонентов существуют две точки зрения. Согласно первой, хлор, сера, углекислота и другие компоненты являются остатком первичной атмосферы нашей планеты. В процессе постепенного остывания Земли ее атмосфера сконденсировалась на земной поверхности и образовала мировой океан с агрессивными кислыми водами. Эти воды выщелачивали из пород катионы, образовывали соли, и в глубоком докембрии сформировался океан, солевой состав которого остался неизменным до наших дней. Идею постоянства солевого состава океанической воды отстаивали В. И. Вернадский (1936), Н. М. Страхов (1962), М. Г. Валяшко (1963). Отдельные исследователи высказывали мнение, что соль в силу своих физических свойств могла выпадать из горячей атмосферы раньше, чем конденсируется водяной пар. Так, румынский геолог И. Войтешти (Voitesti, 1917) предполагал, что водяные пары и соль первичной атмосферы, конденсируясь, осаждались на поверхность еще горячей земной коры, температура которой достигала 700—800°. В этих условиях соль выпадала в осадок, а вода выпаривалась и снова конденсировалась. Осаждаясь, она растворяла соли, рекристаллизировала их, и в результате неоднократных повторений этих процессов отлагалась химически чистая соль в чрезвычайно больших количествах. Затем хемогенные образования были перекрыты терригенными осадками, что и предохранило их от размывов. Под влиянием тектонических движений соляные массы прорвали вышележащие осадки и образовали солянокупольные диапиры. Новые материалы по геологии солянокупольных регионов находятся в противоречии с теоретическими представлениями И. Войтешти.

Из взглядов на соль как на продукт выпаривания океанической воды логически вытекает, что все колоссальные скопления солей, которые сосредоточены сейчас в осадочных бассейнах, в докембрии находились в растворенном состоянии в водах мирового океана. Докембрийский океан в таком случае представлял бы собой перенасыщенный солями водоем, поэтому ранний докембрий был бы в основном временем формирования хемогенных толщ. В геологической истории Земли солеобразование должно было бы носить затухающий характер. Наиболее интенсивно этот процесс происходил бы в более древние периоды, и по мере приближения к нашим дням соляные толщи все реже встречались бы в ископаемом состоянии.

Вторая точка зрения связывает происхождение хлора, серы и других компонентов с выносом их из глубинных частей земного шара. Она согласуется также с новыми концепциями астрономии о формировании Земли из холодной пылеватой туманности и с вытекающими из нее геологическими следствиями об образовании земной коры в результате выплавления из вещества мантии более легких дериватов и подъема их к поверхности.

По современным представлениям, воды мирового океана и его солевой состав, а также атмосфера Земли возникли в результате постепенной дегазации подкоровых зон, а процесс засолонения океанических вод продолжается до сих пор путем выноса летучих компонентов многочисленными вулканами, расположенными на океаническом дне.

А если это так, то возможны два подхода к решению проблемы солеобразования. Во-первых, океанические воды и растворенные в них соли формируются в глубоких океанических впадинах, а затем поступают в континентальные бассейны и в условиях аридного климата выпариваются, что приводит к накоплению мощных толщ ископаемых солей. Такой взгляд не отражает палеогеологической обстановки древних бассейнов мощного солеобразования и находится в противоречии с новыми материалами по геологии солянокупольных регионов мира.

Поскольку соленосные бассейны характеризуются блоковым строением, более правильной будет вторая концепция, связывающая солеобразование с выносом летучих компонентов из подкоровых зон Земли непосредственно в солеродный бассейн по глубинным разломам. В пользу этого предположения свидетельствует, по нашему мнению, широкое развитие эффузивов внутри соленосных толщ. Большая скорость образования соленосных формаций, которая по своим темпам сопоставляется только со скоростью накопления вулканогенных продуктов, является одним из аргументов, подтверждающих глубинную природу ископаемых солей.

Ископаемые соли так же, как нефть и газ, имеют глубинную природу, что и подтверждается повсеместной приуроченностью нефтяных и газовых скоплений к солянокупольным провинциям.

## ЛИТЕРАТУРА

Белоусов В. В. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1955, № 3.

Билык А. А. Особенности развития соляной тектоники Днепровско-Донецкой впадины. Автореферат. Львов, 1968.

Валяшко М. Г. — «Вестн. МГУ, серия IV, геол.», 1963, № 1.

Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. II. М., Изд-во АН СССР 1936.

Виноградов А. П. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1962, № 1.

Губкин И. М. Учение о нефти. М., изд. ОНТИ НКТП, 1932.

Дзенс-Литовский А. И. Кара-Богаз-Гол. М., «Недра», 1967.

Кудрявцев Н. А. — «Советская геология», 1966, № 7.

Курнаков Н. С., Жемчужный С. Ф. О метаморфизме соляных рассолов. Отчет о деятельности Комитета естественных производительных сил России. № 9, 1917.

Порфирьев В. Б. — Геологический сб. Львовского геол. об-ва, № 7, 8, 1961.

Созанский В. И. — «Доп. АН УССР», 1963, № 2.

Созанский В. И. — «Геологический журнал», 1965, т. 25, вып. 4.

Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. III. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Фивег М. П. — Труды Всесоюзного научно-исследовательского института галургии, вып. 24. Л., 1954.

Эвентов Я. С., Соколин Х. Г. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Яншин А. Л. — «Геология и геофизика», 1961, № 1.

Borchert H., Muir R. O. Salt deposits. D. van Nostrand Co, 1964.

Furon R. Les progés récents de la géologie. «Techn. mod. 2», Paris, 1958.

Rubey W. W. Geologie history of sea water. «Bull. Geol. Soc. Am.», 1951, v. 62, № 9.

Voitesti I. P. La formation à massifs de sel. C. R. Inst. Geol. Rom., v. 11, 1917.

УДК 551.247:553.982.003.1

# ПРИНЦИПЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СОЛЯНЫХ ДИАПИРОВ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ ГЛУБИННОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

*Н. Ф. БАЛУХОВСКИЙ*

*(Киев, Институт геологических наук АН УССР)*

Доно-Днепровский прогиб представляет собой сложное тектоническое сооружение, состоящее из платформенной части на западе и геосинклинальной на востоке. Платформенную часть составляет Припятская впадина и Днепровско-Донецкий авлакоген, геосинклинальную — Донецкое складчатое сооружение. К переходной области принадлежит район северо-западного погружения Донбасса, или Донецкий субороген. В авлакогене имеется две соленосные формации: верхнедевонская и нижнепермская. Последняя не принимает участия в соляной тектонике, хотя в Полтавско-Шебелинской депрессии опускается на глубину до 3—3,2 *км*. Этот факт установлен глубоким бурением, поэтому представление о том, что течение соли начинается на глубине 750—1000 *м* (Лийс, 1933; Trusheim, 1960 и др.), не находит подтверждения. Девонское соленакопление происходило одновременно с интенсивным экструзивным вулканизмом. Вследствие этого в верхнем девоне наблюдался парагенезис галогенных, эффузивно-пирокластических, флишоидных и терригенно-карбонатных формаций. По данным многочисленных сейсмических профилей, подсолевые отложения девона залегают полого. Припятская впадина и Днепровско-Донецкий авлакоген сильно разбиты на блоки; в герцинскую эпоху здесь проявлялись интенсивные дифференцированные движения. По мере приближения к Донецкой геосинклинали в породах девона, нижнего и среднего карбона развивается начальный метаморфизм (катагенез). Зарождение солянокупольной тектоники относится к предкаменноугольному времени, к бретонской тектонической фазе. Инверсия геотектонического режима и региональный метаморфизм пород произошли в предверхнепермскую фазу.

Очень сжатая характеристика Доно-Днепровского прогиба указывает на две его особенности.

1. Прогиб составляют три типа солянокупольных областей: платформенный, платформенно-геосинклинальный и геосинклинальный. Платформенный заключает Припятскую впадину и почти весь Днепровско-Донецкий авлакоген. Геосинклинальный со свойственными ему надвиговыми соляными структурами нашел проявление в Лисичанско-Кременском районе и отчасти в зоне межкупольной складчатости Донбасса. Промежуточный платформенно-геосинклинальный тип составляют Донецкий субороген и юго-восточная часть авлакогена (рис. 1).

2. Доно-Днепровский прогиб должен быть отнесен к древним солянокупольным областям, в которых соляной тектогенез проявился в различных формационно-структурных и катагенных условиях под

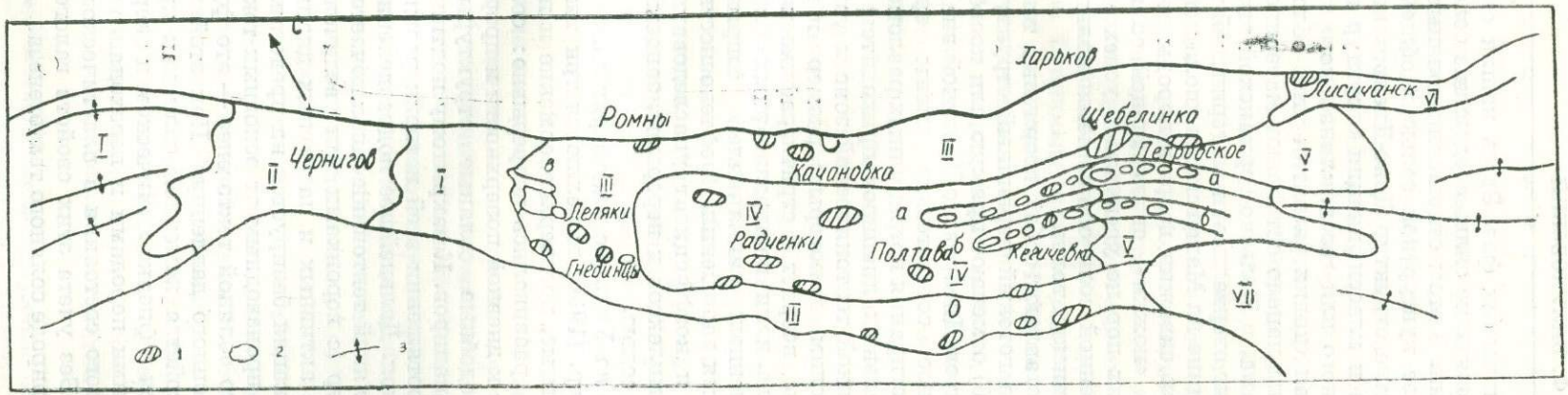



**Рис. 1. Солянокупольные районы Доно-Днепровского прогиба.** I — Припятский прогиб и северо-западная часть Днепровско-Донецкой впадины (ДДв); разломные и прислоненные соляные купола. II — Черниговско-Брагинский выступ фундамента; район отсутствия соляной тектоники. III — зоны окаймления ДДв; соляные купола, сформировавшиеся в условиях слабо катагенизированных девонских пород (прислоненные, инверсионные и разломные с тектосолегенами). IV — центральный грабен ДДв; район катагенизированных девонских пород с остаточными соляными куполами Кегичевского типа и с инверсионными антиклиналями. V — Донецкий суброгген; район сильно катагенизированных и глубоко погруженных (до 12 *км*) девонских пород с предельно развитой соляной тектоникой платформенного типа. VI — зона солянокупольной складчатости геосинклинального типа. VII — Донецкий бассейн; *а — а* — Алексеевская солянокупольная зона; *б — б* — Беляевская солянокупольная зона; *в* — Ичнянско-Иваницкая кольцевая антиклиналь. *1* — нефтяные и газовые месторождения; *2* — структуры; *3* — антиклинальные зоны.

воздействием многих тектонических фаз. Здесь нашли свое предельное проявление исходные движущие силы, создающие соляную тектонику во всем ее многообразии. В этом отношении соляные структуры Прикаспийской впадины с ее кунгурской солью в общем отстали в своем развитии от большинства структур Доно-Днепровского прогиба.

Методика исследований и классификация структур находятся в зависимости от платформенного или геосинклинального типа соляно-купольной области. Конечная стадия развития этих областей наступает после того как галогены нацело оставляют материнские формации. По данным Ф. Трусхейма, в Польско-Германской впадине существуют соляные ядра, которые оторвались от материнской толщи соли. В Днепровско-Донецкой впадине на Машевском куполе непосредственно под штоком ряд глубоких скважин вскрыл породы верхнего карбона. Поиски миниатюрной «ножки», связывающей соляной шток с материнской массой, до сих пор не увенчались успехом. Формирование оторванных ядер каменной соли объясняется полным отжиманием соляных масс из материнских толщ.

Соляные диапиры представляют собой вторичные тектонические образования, наложенные на готовый первичный структурный план. М. В. Чирвинская и др. (1966) отмечают прямую или косвенную связь большинства соляных диапиров Днепровско-Донецкой впадины с тектоникой фундамента и полное соответствие смены ориентировки структур при изменении простирания пограничных разломов.

При систематике локальных диапиров приходится указывать принадлежность к той или иной тектонической зоне и учитывать целый ряд признаков. Перечислим некоторые: размер и морфология складки, глубина залегания, возраст и стратиграфический уровень соли, активность соляного тела, наличие паразитарных складок, клинообразных грабенов и вдавленных синклиналей, сопряженность с соседними структурами, время заложения, нефтеносность и газоносность, тектонические фазы и коэффициент унаследованности, мощность стратиграфических комплексов и перерывы, запасы соли, углы падения пород на контакте с солью.

В наиболее популярной на Украине классификации соляных куполов М. В. Чирвинской и др. (1966) выделяются три типа соляных диапиров: предкаменноугольные, предверхнепермские и предпалеогеновые. Некоторые диапиры развивались непрерывно: соль неоднократно подтягивалась ближе к дневной поверхности и прорывала фиксирующие ее горизонты. Подобные соляные структуры образуют подтип открытых соляных диапиров. К закрытому подтипу относятся такие, в которых соль на протяжении всей истории развития не прорывала фиксирующего ее слоя. Дальнейшее подразделение проводится по степени активности соляной тектоники и заключается в выделении деградирующих структур (с воронками или увеличенными мощностями надсолевых пород), активных и пассивных диапиров.

Изложенная классификация базируется на представлении, что соляная тектоника является производным от основных тектонических движений земной коры и что соляной тектогенез — это функция геотектонического и гравитационного давления. При этой концепции исключаются внутренние свойства каменной соли как кристаллического вещества, находящегося в физико-химическом и энергетическом взаимодействии с вмещающими породами и переходящего при определенных условиях из твердого состояния в пластическое, с различными фазовыми уровнями. Без учета этих свойств галогенов нельзя досконально разобраться в природе соляного тектогенеза.

Широко известно несоответствие структурных планов и приуроченность многих крупных солевых поднятий к прогибам в подсолевом ложе. В. И. Китык (1963) пришел к выводу об универсальной дисгармоничности подсолевых и надсолевых формаций в солянокупольных областях мира. Несмотря на кажущуюся крайность, эта точка зрения подкреплена сейчас детальными геофизическими работами по ряду соляных куполов Днепровско-Донецкой впадины, в частности и по Солоховской структуре. В опущенных блоках фундамента известны крупные соляные поднятия и в Прикаспийской впадине, например Баскунчакское, Ленинско-Светлоярское и Краснокутское *.

Целый ряд соляных поднятий относится к типу висячих структур: им соответствуют глубокие впадины в фундаменте. В Днепровско-Донецкой впадине имеются также отдельные группы ступенчато поднимающихся соляных структур: амплитуда превышения (или погружения) какой-либо структуры над соседней обычно не больше 500—600 *м*. Типичным примером такой группы служат Озерянская, Леляковская, Гнединцевская, Чернухинская и Поздняковская структуры, расположенные в юго-западной зоне окаймления центрального грабена, вблизи пограничного разлома. Группы соляных структур со ступенчато меняющимися гипсометрическими уровнями залегания маркирующего горизонта именуются нами тектосолегенами.

Первичные соляные купола часто осложняются паразитарными соляными штоками. Если следовать по Днепровско-Донецкой впадине с северо-запада на юго-восток, то наблюдается следующая закономерность. Радченковская структура представляет собой длинную брахиантиклиналь, осложненную на обеих периклиналях соляными штоками: Гасенковским на северо-западе и Леляковским на юго-востоке; кристаллический фундамент находится здесь на глубине 6—7 *км*. На юго-востоке, ближе к Донбассу на 150 *км*, развиваются структуры Кегичевского типа. Расстояние между паразитарными соляными штоками (Сосновским и Павловским) равно 12,5 *км;* между штоками находится остаточная брахиантиклиналь с богатыми газовыми залежами. Кристаллический фундамент залегает тут на 9—10 *км* (рис. 2). Еще юго-восточнее, в 70 *км* от Донбасса, появляются такие структуры, как Петровский и Корульский купола. Каждый из них состоит из двух различно построенных участков, разделенных поперечной зоной брекчии, которая осложнена грабен-воронкой диаметром 500—600 *м*, выполненной третичными отложениями. Кристаллический фундамент на площади упомянутых куполов устанавливается по профилям ГСЗ на глубине 12 *км*. В данном случае ярко проявляется зависимость между формами соляной тектоники, глубиной залегания фундамента и мощностью перекрывающих галогены пород. Необходимо отметить также, что по мере приближения к Донбассу усиливается метаморфизм вмещающих пород.

Как ни парадоксально, но объяснение приведенных выше структурных особенностей соляных диапиров невозможно без вскрытия причин перехода каменной соли в пластическое состояние. Вопрос решается не так просто. Уже упоминалось о том, что каменная соль пермского возраста при опускании на глубину до 3,2 *км* не переходит в пластическое состояние. Согласно экспериментам А. И. Чередниченко (1964), кристаллическая каменная соль относится к хрупким телам; при одноосном растяжении или сжатии в стандартных условиях она

* На перечисленных площадях строение подсолевых палеозойских отложений не изучено, не говоря о поверхности фундамента. — *Прим. редколлегии.*

разрушается внезапно, не обнаруживая даже признаков течения. В. К. Гавриш (1969) и белорусские геологи доказали, что с движениями разломов связаны сильные расклинивающие напряжения, переводящие соль в пластическое состояние. В Припятском прогибе цепочка соляных куполов развивалась вдоль зон разрывных нарушений в кристаллическом фундаменте. По данным З. А. Горелика (1966), здесь наблюдаются вытянутые на 50—95 *км* соляные валы шириной до 6 *км*. Валам соответствуют выступы кристаллического фундамента, проявляющиеся в виде разорванных сбросами однокрылых складок. Краевые нарушения Днепровско-Донецкой впадины также бывают осложнены в лежачем крыле цепью штоков и прислоненных соляных куполов, образующих иногда тектосолегены.

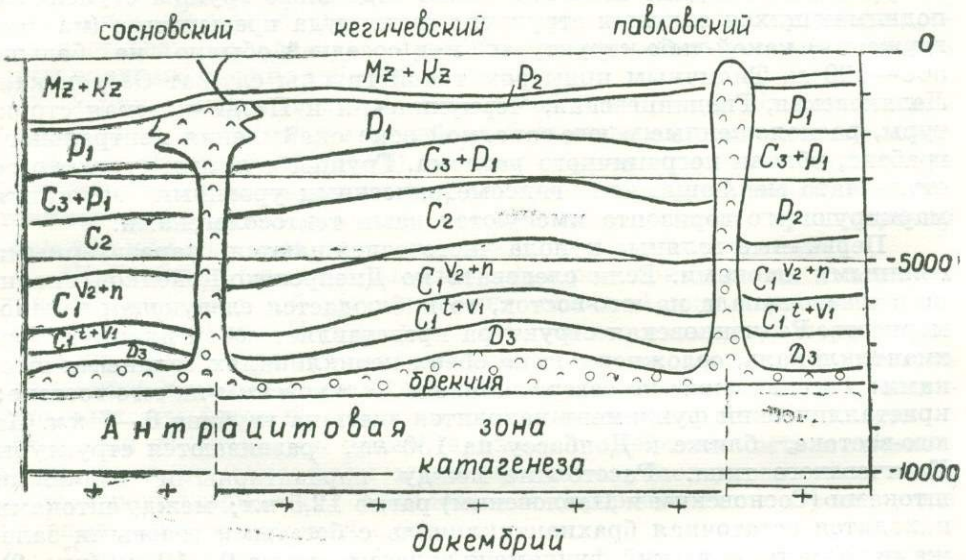



Рис. 2. **Схема глубинного строения остаточных поднятий на валах и положение соляных штоков.**

Происхождение тектосолегенов связано с переходом каменной соли в приразломных зонах в различные фазово-пластические состояния, причем самой пластичной оказывается разломная соль. В каждом тектосолегене выделяются структуры различных уровней и генераций: самые погруженные купола (Озерянский, Червонодонецкий и др.) обычно мало перспективны, так как благодаря небольшой амплитуде складки они периодически открывались в сторону структур более высокого уровня. С повышением ступени увеличивается амплитуда складки и наиболее высокая ступень представляет собой соляной шток, достигающий поверхности. Перспективнее в отношении нефтегазоносности структуры второй и третьей ступени (Леляковская — Гнединцевская, Шебелинская — Спиваковская).

О причинах перехода каменной соли в пластическое состояние в глубоких синклиналях уже было сделано сообщение в докладе на I симпозиуме (Балуховский, 1966). Известно, что при всестороннем давлении вода оказывает сильное воздействие на переход некоторых пород в пластическое состояние и на их течение. Благоприятные условия для перевода твердой фазы каменной соли в пластическую создаются при начальном метаморфизме (катагенезе) пород. Уплотнение и кристаллизация осадочных отложений, происходящие при катагенезе, сопровож-

даются уменьшением гранулярной пористости пород и выжиманием из них флюидов. Давление выжимания, превосходящее на определенных этапах по напряженности гидростатическое и гравитационное, является мощной силой реакции нетектонической природы, существенно влияющей на формирование соляных диапиров. Сверхгидростатическое давление отжимаемых подсолевых рассолов вызывает в каменной соли трещины гидроразрыва, что и служит основной причиной трансформации твердой соли в пластическую. Благодаря гидроразрыву в пластическое состояние переходят также ангидриты и глины. При гидроразрыве частицы NaCl раздвигаются водой, выходят из сферы взаимного притяжения, электрические связи в кристаллах уменьшаются и увеличивается общий объем солевой залежи. Изменение фазового состояния сопровождается увеличением объема каменной соли на 10—12%. Вследствие этого надсолевая толща приподнимается, и в осевой части синклинали возникает первичный соляной купол, т. е. происходит экзогенная инверсия геотектонического режима, приуроченная к глубоко погруженным зонам авлакогенов, синеклиз и впадин.

Наконец, надо отметить еще одно физическое свойство каменной соли. Пластичные кристаллические породы в процессе миграции поглощают значительную долю (10—15%) энергии скалывания и упругих колебаний и являются аккумуляторами тектонических движений. Претерпевшие миграцию массивы пластичной каменной соли обладают внутренней потенциальной энергией диссоциации и упругого смещения атомов из их равновесного состояния в кристаллической решетке. Мы встречаемся с могучей энергией рекристаллизации, обусловливающей спонтанный рост и развитие вторичных (паразитарных) диапиров в зонах ослабленных тектонических напряжений. Наличие вторичных столбовидных диапиров с горизонтальным залеганием пришТоковых слоев указывает на разрядку (в процессе роста) аккумулированной кристаллохимической энергии каменной соли. Подобная идея была высказана Лахманном (Lachmann, 1910). Нерационально рассматривать галогенные формации как пассивные, мертвые тела. В процессе своего погружения на большие глубины они антагонистичны уплотнению и гравитации. Данное физическое явление находит простое объяснение в принципе Ле-Шателье. В частности, этим же принципом аргументируется рассеяние угольной органики в аспидных формациях.

Теперь подведем некоторые итоги. Соляной тектогенез является наложенным на эндогенно-тектогенную структуру. Галогены переходят в пластическое состояние на платформах преимущественно при вертикальных подвижках блоков вдоль сбросов и разломов и при начальном метаморфизме пород, а в геосинклиналях — при интенсивном тангенциальном давлении (Предкарпатский прогиб). После перехода соли в пластическое состояние вступает в действие гравитационное давление.

В соответствии с этим при районировании солянокупольной области Доно-Днепровско-Припятского прогиба выделяются:

1) Припятский прогиб и северо-западная часть Днепровско-Донецкой впадины; область разломной солянокупольной тектоники, катагенез пород отсутствует;

2) зоны окаймления Днепровско-Донецкой впадины; районы разломной и катагенно-разломной (смешанной) солянокупольной тектоники;

3) центральная часть Днепровско-Донецкой впадины и Донецкий субороген; область высоко развитой катагенной солянокупольной тектоники;

4) Лисичанско-Кременской район Донбасса; район надвиговой соляной тектоники геосинклинального типа (с проявлениями катагенеза).

В отношении локальных диапиров следует различать диапиры инверсионные (глубинные планетарные разломы, разрывные нарушения) и паразитарные (вторичные). Широко известны также экзогенные остаточные антиклинали типа «щита черепахи». К числу сквозных куполов, перспективных в отношении межсолевых и подсолевых залежей нефти и газа, относятся диапиры разрывных нарушений «белорусского» типа, представленные в осадочной серии антиклиналь-флексурами висячего крыла. Прислоненные диапиры планетарных глубинных разломов бывают как сквозные, так и висячие. Перед геофизическими исследованиями стоит задача поисков в этих зонах соляных куполов, представляющих интерес в отношении нефтегазоносности подсолевой серии. Инверсионные поднятия отличаются своей дисгармоничной складчатостью, поэтому к возможностям обнаружения в них подсолевых залежей углеводородов следует подходить осторожно. Паразитарные диапиры в Днепровско-Донецком авлакогене мало перспективны по нефтегазоносности.

## ЛИТЕРАТУРА

Балуховский Н. Ф. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Гавриш В. К. Глубинные структуры и методика их изучения. Киев, «Наукова думка», 1969.

Горелик З. А. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Китык В. И. Условия образования соляных структур. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Лийс Г. М. — В кн.: «Современное положение вопроса о соляных куполах» (перевод с англ.). М., Гостоптехиздат, 1933.

Чередниченко А. Н. Тектонофизические условия минеральных преобразований. Киев, «Наукова думка», 1964.

Чирвинская М. В., Забелло Г. Д., Смекалкина Л. В., Турчаненко Н. Т. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Lachmann R. — Monatsber. der deutsch. geol. Gesellsch., 1910, 62.

Trusheim F. — «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», 1960, 74, 9.

УДК 551.247

# ОЦЕНКА КОНЦЕПЦИЙ СОЛЯНОГО ТЕКТОГЕНЕЗА НА ОСНОВАНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*В. И. КИТЫК*

*(Львов, Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР)*

Для объяснения причин возникновения и механизма образования соляных структур были предложены различные гипотезы. Некоторые из них потеряли свою актуальность и представляют лишь исторический интерес, другие же и сейчас являются предметом дискуссий и оживленных научных споров.

Современные гипотезы соляного тектогенеза можно разделить на две группы, связывающие процессы соляной тектоники с действием силы тяжести (гравитационные гипотезы) и с механическими напряжениями, возникающими при региональных складчатых и разрывных тектонических движениях (общетектонические гипотезы). Многие исследователи пытаются объединить эти две концепции и объясняют процессы соляной тектоники совместным действием силы тяжести и механических напряжений, сопровождающих региональные тектонические движения.

Не вдаваясь в историю возникновения концепций соляного тектогенеза, отметим, что обе они были выдвинуты в начале текущего столетия, в дальнейшем уточнялись, дополнялись и обосновывались новыми геологическими фактами и соображениями. С появлением этих концепций началась полемика между их сторонниками, которая продолжается по настоящее время. Если попытаться проследить ход полемики в течение 50 лет, то можно заметить, что вначале больше сторонников имели гравитационные гипотезы, а за последние 10—15 лет в СССР все больше и больше сторонников приобретают общетектонические гипотезы. За рубежом господствующее положение занимают гравитационные гипотезы.

Исходя из причинной связи между строением земной коры и физико-геологическими процессами, протекавшими в ней, можно считать, что любой механизм тектонических процессов, в том числе механизм образования соляных структур, должен оставлять в той среде, где протекали упомянутые процессы, только ему присущие следы. Иначе говоря, механизм тектонических процессов должен получить свое отражение в строении тектонических структур. На основании этого могут быть установлены признаки, которые подтверждают или опровергают ту или иную концепцию тектогенеза. Эти признаки и должны являться объективными геологическими критериями отдельных тектонических гипотез. Отсюда можно сделать вывод о том, что претендовать на вероятность и объективность могут только те тектонические гипотезы, в том числе гипотезы соляного тектогенеза, которые согласуются с особенностями строения соответствующих структур.

Выделение геологических критериев для оценки гипотез соляного тектогенеза должно основываться на различном характере проявле-

ния напряжений. Так, сила тяжести, вызывающая, согласно гравитационным гипотезам, процессы соляной тектоники, обусловливает возникновение в толщах горных пород постоянно действующих напряжений, величина которых остается практически неизменной, если не учитывать очень медленные изменения, происходящие вследствие геологического развития той или иной территории. Кроме того, тектонические движения проходят во времени с различной скоростью, поэтому напряжение, которое они создают в толщах горных пород, не остается постоянным, а меняется соответственно изменению скорости движения. Это, в свою очередь, обусловливает различную скорость протекания процессов соляной тектоники. Наряду с этим характер приложения силы к соляным породам при действии силы тяжести и при региональных тектонических движениях различный. Все это, естественно, должно отражаться на строении структур.

Кроме того, каждая гипотеза требует определенных геологических предпосылок, которые также должны учитываться.

На основании изложенных выше соображений и исходя из современного состояния изученности соляной тектоники для оценки указанных двух групп гипотез соляного тектогенеза можно использовать геологические критерии, приведенные в таблице 1. Существо и значение их следующее.

*Соотношение объемных весов пород соленосной и надсолевой толщ.* Все варианты гравитационных гипотез основываются на том, что объемный вес соляных пород меньше объемного веса пород надсолевой толщи. Благодаря такому соотношению объемных весов на соляные породы действует подъемная сила, определяющая процессы соляной тектоники.

Не касаясь вопроса о роли этого соотношения объемных весов пород в процессах формирования соляных структур, отметим, что при установлении такой разности в объемных весах пород часто допускаются ошибки. Они обусловлены тем, что для расчетов принимается объемный вес каменной соли (галита) и не учитывается то обстоятельство, что собственно соляные породы (каменная соль) чередуются с сульфатными, карбонатными и терригенными, объемный вес которых выше объемного веса соли. Следовательно, средневзвешенный объемный вес пород соленосной толщи (а только он должен приниматься во внимание) будет выше, чем объемный вес соли. Нередко разность в средневзвешенных объемных весах соленосной и надсолевой толщ бывает очень незначительной или вообще отсутствует. В этом случае гравитационные гипотезы теряют свой смысл.

Для общетектонических гипотез соляного тектогенеза соотношение объемных весов пород соленосной и надсолевой толщ не имеет никакого значения.

*Соотношение подсолевого и надсолевого структурных планов.* Согласно одним вариантам гравитационных гипотез, соляные породы должны течь в направлении сводов подсолевых поднятий, вследствие чего соляные поднятия будут располагаться на поднятиях подсолевого ложа. Поэтому совпадение (в плане) подсолевого и надсолевого структурных планов можно рассматривать при других благоприятных показателях как аргумент в пользу гравитационных гипотез. В то же время расположение соляных поднятий в прогибах подсолевого ложа не имеет удовлетворительного объяснения.

Другие варианты гравитационных гипотез предполагают, что образование соляных структур происходит на ровной поверхности под-

солевого ложа. Поэтому благоприятным показателем с точки зрения этих гипотез следует считать также отсутствие тектонических дислокаций в подсолевом ложе.

В соответствии с гипотезами, которые связывают процессы соляной тектоники с региональными тектоническими движениями и, в частности, с напряжениями, возникающими при дислокациях подсолевого ложа, соляные поднятия должны быть смещены относительно поднятий, развитых под солью. Благоприятными считаются также разрывные тектонические нарушения в подсолевом ложе.

По-видимому, можно считать, что любые тектонические дислокации подсолевого ложа, возникшие после образования соленосной толщи, служат доказательством общетектонических гипотез. В то же время неблагоприятным показателем в этом отношении является отсутствие в подсолевом ложе каких-либо тектонических дислокаций.

*Характер деформаций пород соленосной и надсолевой толщ.* Согласно гравитационным гипотезам, деформации горных пород при формировании соляных структур приравниваются к течению вязких жидкостей. В соответствии с этим породы соленосной и надсолевой толщ должны деформироваться только пластически. Разрывы, которые, как известно, образуются в них после механического упрочнения пород и достижения предела упругости, следует рассматривать как отрицательный показатель по отношению к гравитационным гипотезам. Для общетектонических гипотез наличие или отсутствие разрывных нарушений значения не имеет.

*Состав (литология) соленосных толщ.* Гравитационные гипотезы предполагают, что толща соляных пород является однородной и гомогенной. На самом деле в состав соленосных толщ входят кроме соляных также терригенные, карбонатные и сульфатные породы. Количество прослоев других пород и их суммарная мощность могут изменяться в довольно широких пределах.

Частое чередование соляных пород с другими осадками и низкое значение коэффициента соленасыщения имело, очевидно, меньшее значение для процессов соляной тектоники, которые были обусловлены механическими напряжениями, возникавшими при тектонических движениях. В этом случае напряжения распределялись таким образом, что на одних участках могли возникать области выдавливания (отжимания), а на смежных участках — области нагнетания.

В то же время такие условия были неблагоприятны для возникновения напряжений, которые могли бы вызвать процессы деформации (течения) соляных пород в соответствии с гравитационными гипотезами. Это определено тем, что для каждого слоя соли должно существовать свое поле механических напряжений (или свои условия возникновения на одном и том же участке общей области отжимания или нагнетания соли).

*Характер контакта соляных пород с перекрывающими их отложениями.* Соляные породы могут быть перекрыты трансгрессивно каким-либо горизонтом надсолевых отложений, могут контактировать с ними по тектоническому разрыву и, наконец, примыкать к ним. Такой характер контакта соляных и надсолевых отложений обусловлен различными условиями формирования соляных ядер. Трансгрессивное перекрытие соляного ядра надсолевыми отложениями свидетельствует о скачкообразном росте соляного поднятия. Тектонический контакт соли с надсолевыми отложениями является следствием внедрения соляных пород в полость тектонического разрыва при его образовании, что в большинстве случаев происходило во время региональных тектониче-

*Таблица 1*

| Критерий | Значение критерия для гравитационных гипотез | | Значение критерия для общетектонических гипотез | |
|---|---|---|---|---|
| | Благоприятные (подтверждающие) условия | Неблагоприятные (отрицательные) условия | Благоприятные (подтверждающие) условия | Неблагоприятные (отрицательные) условия |
| Соотношение объемных весов пород соленосной и надсолевой толщ | Наличие более высокого средневзвешенного объемного веса надсолевой толщи по сравнению с объемным весом соленосной толщи* | Отсутствие отрицательной разности средневзвешенных объемных весов соленосной и надсолевой толщ | — | — |
| Соотношение подсолевого и надсолевого структурных планов | Совпадение в плане подсолевого и надсолевого структурных планов; отсутствие дислокаций в подсолевом ложе | Смещение (несовпадение в плане) подсолевого и надсолевого структурных планов | Наличие разрывных или складчатых дислокаций подсолевого ложа | Отсутствие тектонических дислокаций в подсолевом ложе |
| Характер деформаций пород соленосной и надсолевой толщ | Развитие в породах соленосной и надсолевой толщ только пластических и отсутствие разрывных деформаций | Наличие разрывных деформаций в породах соленосной и надсолевой толщ | — | — |
| Состав (литология) соленосных толщ | Наличие мощных пластов соли и высокое значение коэффициента соленасыщения | Частое чередование соляных пород с другими породами и низкое значение коэффициента соленасыщения | — | — |
| Характер контакта соляных пород с перекрывающими их отложениями | Наличие контакта бокового примыкания | Наличие трансгрессивного и тектонического контактов | Наличие трансгрессивного и тектонического контактов | — |
| Характер изменения мощностей и литологического состава надсолевых отложений | Уменьшение мощностей отдельных горизонтов надсолевой толщи в направлении сводов соляных поднятий | Отсутствие уменьшения мощностей надсолевой толщи в направлении сводов соляных поднятий | Отсутствие изменения мощностей отдельных горизонтов надсолевой толщи | — |
| Несогласия в надсолевых отложениях | Отсутствие структурных несогласий в надсолевой толще соляных поднятий** | Наличие структурных несогласий в надсолевой толще соляных поднятий | Наличие структурных несогласий в надсолевой толще соляных поднятий | Отсутствие структурных несогласий в надсолевой толще соляных поднятий** |
| Наличие возле соляных поднятий кольцевых, или компенсационных, прогибов | Наличие кольцевых (компенсационных) прогибов | Отсутствие кольцевых (компенсационных) прогибов | Отсутствие кольцевых (компенсационных) прогибов | Наличие кольцевых (компенсационных) прогибов |
| Морфология соляных структур и их расположение по отношению к региональным тектоническим дислокациям | Круглая или овальная в плане форма соляных поднятий и отсутствие связи в расположении структур с региональными тектоническими дислокациями | Вытянутость структур в определенном направлении и их группирование в линейные системы | Вытянутость структур в определенном направлении и их группирование в линейные системы | — |
| Проявление соляных структур в рельефе солянокупольных областей | Проявление соляных структур в рельефе солянокупольных областей | Отсутствие проявления соляных структур на поверхности | — | — |
| Соотношение фаз соляного тектоногенеза с региональными тектоническими фазами | — | Совпадение фаз соляного тектогенеза с региональными тектоническими фазами | Совпадение фаз соляного тектогенеза с региональными тектоническими фазами | — |

* Необходимая предпосылка всех гравитационных гипотез.

** Только в тех солянокупольных регионах, где после образования соленосной толщи проявилось несколько региональных тектонических фаз.

ских фаз. Боковое примыкание могло возникнуть в результате одновременного роста соляного штока и осадконакопления.

Поскольку первые два из указанных видов сопряжения соляных массивов с надсолевыми отложениями говорят о скачкообразном характере роста соляных поднятий, они могут в известной мере считаться подтверждением общетектонических гипотез соляного тектогенеза. Во всяком случае, их трудно объяснить с точки зрения гравитационных гипотез.

Третий вид контакта — это следствие конседиментационного роста соляных массивов. Такой рост может быть обусловлен механическими напряжениями, вызванными как гравитационными силами, так и региональными тектоническими движениями.

*Характер изменения мощностей и литологического состава надсолевых отложений.* Уменьшение мощности надсолевой толщи в направлении соляных поднятий, а также изменение литологического состава этой толщи указывают на то, что соляные поднятия росли во время осадконакопления. Это удовлетворяло бы требованиям гравитационных гипотез. Однако такое объяснение не может считаться единственно возможным, поскольку непрерывный рост соляных поднятий может происходить также под действием напряжений, возникающих при региональных тектонических движениях. В пользу такого вывода говорит, в частности, тот факт, что рост антиклинальных складок в тех регионах, в которых отсутствуют соленосные формации, имел также непрерывно-прерывистый характер.

*Несогласия в надсолевых отложениях.* Несогласия в надсолевых отложениях в пределах соляных поднятий позволяют судить о характере их роста. Так, структурные несогласия между отдельными частями толщи можно рассматривать как доказательство скачкообразного роста поднятий, обусловленного увеличением интенсивности региональных тектонических движений. Поэтому структурные несогласия рассматриваются в качестве аргумента общетектонических гипотез соляного тектогенеза. Вместе с тем их трудно объяснить с точки зрения гравитационных гипотез.

Нужно при этом отметить, что структурные несогласия в надсолевой толще могут быть только в тех солянокупольных областях, в которых после образования соленосной толщи проявилось несколько региональных тектонических фаз.

*Наличие возле соляных поднятий кольцевых, или компенсационных, прогибов.* Представления о наличии в солянокупольных областях компенсационных прогибов являются логической надстройкой гравитационных гипотез соляного тектогенеза. Поэтому такие прогибы можно рассматривать как одно из подтверждений гравитационных гипотез и отрицательный показатель по отношению к общетектоническим гипотезам.

При попытках использовать этот критерий для оценки отдельных гипотез соляного тектогенеза мы сталкиваемся с определенными трудностями, поскольку фактических геологических материалов часто бывает недостаточно для установления генезиса того или иного прогиба. Многие исследователи (как правило, сторонники гравитационной гипотезы) склонны рассматривать все межкупольные прогибы в качестве компенсационных прогибов, что, естественно, неправильно.

*Морфология соляных структур и их расположение по отношению к региональным тектоническим дислокациям.* Подтверждением связи процессов соляной тектоники с региональными тектоническими движениями является вытянутость соляных поднятий согласно региональ-

ным тектоническим линиям и группирование этих поднятий в линейные системы. И наоборот, круглые формы соляных поднятий и отсутствие связи в их расположении с региональными тектоническими нарушениями обычно приводятся как аргумент гравитационных гипотез.

*Проявление соляных структур в рельефе солянокупольных областей.* Большинство солянокупольных поднятий проявляется в рельефе солянокупольных областей по базисной и вершинной поверхности, по деформации террас и продольных профилей, в активности эрозионных процессов. Деформации свидетельствуют о тектонической активности соляных масс в новейшее геологическое время. Активность может рассматриваться как доказательство того, что соляные структуры формируются непрерывно, как этого требуют гравитационные гипотезы.

Однако такая интерпретация упомянутых фактов не охватывает всех возможных случаев. Рост соляных поднятий может быть вызван не только действием силы тяжести в соответствии с гравитационными гипотезами, но и стать следствием уплотнения осадков подсолевой толщи или напряжений, возникших в результате региональных тектонических движений.

*Соотношение фаз соляного тектогенеза с региональными тектоническими фазами.* Формирование солянокупольных структур имеет непрерывно-прерывистый характер. Периоды ускоренного роста именуются нами фазами соляного тектогенеза. Совпадение их с региональными тектоническими фазами можно рассматривать как подтверждение общетектонических гипотез соляного тектогенеза и одновременно как отрицание гравитационных гипотез.

Приведенный в таблице 1 перечень критериев, безусловно, не исчерпывает всех геологических критериев, которые можно использовать для оценки гипотез соляного тектогенеза. По мере изучения соляной тектоники и накопления новых фактических материалов по геологии солянокупольных областей можно будет подметить и другие особенности их строения. Поэтому исследования в этом направлении должны продолжаться.

Следует отметить, что рассмотренные критерии далеко не равноценны. Как видно из таблицы 1, более строгие требования предъявляются к гравитационным гипотезам, по отношению к которым по каждому показателю есть благоприятные и неблагоприятные условия. Что касается общетектонических гипотез, то неблагоприятные условия возможны лишь по трем из них.

Идеальный случай был бы тогда, когда на примере одной солянокупольной области можно было бы произвести оценку гипотез соляного тектогенеза по всем перечисленным выше признакам. К сожалению, состояние геологической изученности солянокупольных территорий в большинстве случаев для этого недостаточно. Поэтому на практике такая оценка производится лишь по некоторым показателям. Это, видимо, является отчасти причиной того, что на основании идентичных фактических материалов отдельные исследователи приходят к различным выводам в отношении причин зарождения и механизма образования соляных структур.

Если исходить из того, что одни и те же явления в природе обусловлены одинаковыми причинами, то известный интерес представляет оценка гипотез соляного тектогенеза на основании данных по многим солянокупольным областям. В этом случае можно произвести сопоставление по всем показателям.

*Таблица 2*

| Подразделения цикла* | | | Вид движения (роста) соляных поднятий | Механизм движения соляных пород и силы, вызывающие это движение | Характер региональных тектонических движений и осадконакопления |
|---|---|---|---|---|---|
| Фаза | Микроцикл | Микрофаза | | | |
| Замедленного соляного тектогенеза | 1, 2, . . . , n-й микроцикл соляного тектогенеза | Замедленного соляного тектогенеза | Медленное конседиментационное (скорость роста соляных поднятий меньше скорости погружения территории их распространения и сопровождающего его осадконакопления) | Отжимание соляных пород из одних участков и нагнетание их в другие под действием: а) напряжений, возникающих вследствие дислокаций подсолевого ложа; б) напряжений, возникающих вследствие неравномерной нагрузки надсолевых отложений на соль. Уплотнение надсолевых отложений под действием силы тяжести и относительный подъем соляных массивов | Региональное погружение, сопровождаемое осадконакоплением. Скорость опускания выше, чем скорость роста соляных поднятий |
| | | Усиленного соляного тектогенеза | Усиленное—толчок второго порядка | Отжимание соли из одних участков и нагнетание ее в другие под действием напряжений, возникающих вследствие дислокаций подсолевого ложа | Относительно слабый и непродолжительный региональный подъем, прекращение осадконакопления и проявление эрозионно-денудационных процессов |
| Усиленного соляного тектогенеза | Последний в цикле микроцикл соляного тектогенеза | Замедленного соляного тектогенеза | То же, что и в 1-м микроцикле | То же, что и в 1-м микроцикле | То же, что и в 1-м микроцикле |
| | | Усиленного соляного тектогенеза | Резко усиленное—толчок первого порядка | То же, что и в 1-м микроцикле | Крупный и относительно продолжительный региональный подъем, прекращение осадконакопления и интенсивное проявление процессов денудации |

* По отношению к отдельным поднятиям цикл является октрытым или закрытым.

Попытка подобной оценки была проделана. При этом использовались доступные сведения о строении многих солянокупольных областей Припятского, Предуральского, Месопотамского, Предкарпатского прогибов, восточного склона Русской платформы, Иркутского амфитеатра, Ереванского бассейна, Польско-Германской, Трансильванской, Аквитанской, Хатангской и Амадеуской впадин, бассейнов Куанза, Голф Кост и Парадокс. В результате мы пришли к выводу, что процесс формирования солянокупольных структур является циклическим.

Краткая характеристика основного этапа формирования соляных структур — цикла соляного тектогенеза — приведена в таблице 2.

Каждый цикл включает два этапа: первый — продолжительный и второй — сравнительно короткий. Во время первого этапа происходят опускание солянокупольной территории и осадконакопление, а также медленный конседиментационный рост, усложняющийся скачкообразным ростом (толчками) второго порядка. Второй этап соответствует скачкообразному росту (толчкам) первого порядка. Он совпадает с региональными восходящими тектоническими движениями. Этапы формирования соляных структур названы нами фазами соляного тектогенеза. Поскольку первый этап цикла резко отличается по интенсивности движения соляных масс от второго этапа, они именуются соответственно фазой замедленного и фазой усиленного соляного тектогенеза.

Возникновение и дальнейшее формирование соляных структур связываются с теми же региональными тектоническими процессами, что и образование складок и разрывных смещений в других породах. Различие в характере деформаций и в конечных результатах этих процессов объясняется специфическими механическими свойствами соляных пород. Процессы соляной тектоники на определенных этапах могут усиливаться также силой тяжести в соответствии с основными положениями гравитационной гипотезы, однако роль этих сил является здесь подчиненной.

УДК 551.247.035(574.1—925.22)

# МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР В ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЕ

*Г. Ж. ЖОЛТАЕВ*

*(Алма-Ата, Казахский политехнический институт)*

С соляными куполами связаны залежи нефти и газа, поэтому в Прикаспийской синеклизе с давних пор изучаются соляные структуры. Вопрос о их формировании всегда был в центре внимания ученых. Несмотря на длительную историю исследования, на сегодня он не может считаться решенным.

Все существующие ныне гипотезы о формировании соляных структур можно разделить на три основные группы: 1) тангенциальных давлений; 2) гравитационных давлений; 3) регионально-тектонических движений. Каждая группа, в свою очередь, имеет несколько модификаций.

Сторонники гипотезы формирования соляных куполов за счет тангенциальных давлений со стороны Урала В. Е. Руженцев (1930) и др. возникновение каждого купола связывают с образованием антиклинальных и синклинальных складок в подсолевых отложениях. При этом одни исследователи (Руженцев, 1930) считают, что соль концентрируется над сводами подсолевых антиклиналей, а другие (Фотиади, Черепанов, 1935; Буялов, Борисов, 1940), наоборот, утверждают, что соляные купола образуются над синклиналями в подсолевых отложениях.

В соответствии с современными представлениями о природе Прикаспийской синеклизы как части Русской платформы гипотеза о формировании структур под воздействием тангенциальных давлений неприемлема для объяснения происхождения соляных куполов. Между тем эта гипотеза, отвечающая уровню знаний тектонических процессов и степени изученности соляных куполов 30—40-х годов, в настоящее время не утратила своего значения для трактовки формирования соляных структур Предуральского краевого прогиба и Актюбинского Приуралья. Основные идеи В. Е. Руженцева и С. В. Шумилина с некоторыми изменениями могут быть применены для объяснения процесса формирования соляных антиклиналей. Последние находятся в зоне затухания Актюбинского периклинального прогиба, резко асимметричны, имеют крутые западные крылья, вытянуты в меридиональном направлении и расположены над сводами антиклинальных структур по подсолевым отложениям (Журавлев, 1963). Своды антиклиналей смещены относительно сводов структур по подсолевым отложениям на запад, т. е. по направлению воздействия тангенциальных давлений. Западные крылья соляных антиклиналей, как правило, осложнены карнизами — нависающими краями соляного ядра.

Формирование соляных антиклиналей нам кратко представляется в следующем виде. Первая послекунгурская фаза складчатости приве-

ла к смятию соленосной толщи вместе с подсолевыми и надсолевыми отложениями в складки. При этом сводовые части складок были участками ослабленного давления, ибо здесь действовали растягивающие усилия, а на прогнутых между складками участках существовало наибольшее давление: тут развивались сжимающие усилия. Поэтому естественно, что соль из прогнутых участков начала перемещаться в сводовые части локальных поднятий. Кроме того, благодаря направленности тангенциальных усилий с востока на запад на крутых западных склонах складок создается большее напряжение, чем на пологих восточных. Это вызывает интенсивный отток соли из-под западного крыла к своду поднятия, обусловивший асимметричное строение соляных антиклиналей. Начавшись в раннюю стадию поздней перми, выжимание соли из прогнутых участков к своду поднятий в последующие фазы проявления складкообразовательных движений усиливается за счет веса надсолевых отложений, дифференциального давления на кровлю соленосной толщи на своде локальных поднятий и на смежных с ними синклиналях. На конечном этапе развития соляных антиклиналей соль из крыльевых частей выжимается к своду структуры. Для этого этапа характерно уменьшение в плане размеров скоплений соли, заметное увеличение их высоты, образование карнизов.

В создании соляных антиклиналей первоначальный ведущий фактор — тангенциальные усилия, а неравномерная нагрузка надсолевых отложений более или менее заметно сказывалась в поздние этапы их развития и была порождена тангенциальными движениями.

По другой гипотезе причиной возникновения и формирования соляных куполов является вес надсолевых отложений. Эта гипотеза детально разработана Ю. А. Косыгиным (1950, 1958). По его мнению, соль, имеющая низкий удельный вес и обладающая пластической деформацией, под действием неравномерной нагрузки со стороны надсолевых отложений текла в места с пониженным давлением, образуя соляные купола.

Несмотря на широкое распространение гравитационной гипотезы, нужно признать недостаточность обоснования ее фактическим материалом. Обстоятельная критика этой гипотезы дана многими исследователями (Страхов, 1947; Долицкий, 1962; Журавлев, 1963; Калинин, 1963; Китык, 1963). Обратим внимание на тот факт, что почти все построения Ю. А. Косыгина (1950), касающиеся образования соляных куполов Прикаспия, основаны на данных о мезозойских отложениях (юрских и меловых), мощность которых составляет одну треть от всей мощности надсолевых осадков, т. е. не учтены роль верхнепермских пород и история формирования соляных структур в позднепермское время.

На основании изучения материалов глубоких скважин, пробуренных в восточной части Прикаспийской синеклизы, можно констатировать несколько перерывов в осадконакоплении в разрезе верхней перми, установленных по выпадению части разреза в скважинах, расположенных в присводовой части куполов, и по наличию конгломератов, состоящих из обломков местных отложений и галек магматических и метаморфических пород. Наиболее крупные перерывы приурочены к границе казанского и татарского веков, ранне- и позднетатарского времени (Жолтаев, 1966, 1967).

Данные геофизических исследований также показывают несогласное залегание отдельных пачек пород в разрезе верхней перми у крутого склона соляных ядер куполов.

Таким образом, фактический материал свидетельствует о региональных тектонических восходящих движениях, происходивших в позднепермскую эпоху и сопровождавшихся ростом соляных ядер куполов. Судя по изменению мощностей и по условиям залегания верхнепермских отложений, они в эту эпоху были кратковременными, но интенсивными. Если исходить из гравитационной гипотезы, то трудно оценить влияние региональных восходящих движений на рост соляных ядер в позднепермскую эпоху и невозможно объяснить поэтапное, а не ускоренное развитие куполов в «зоне повышенной» плотности и начало их возникновения.

Интенсивность роста соляных куполов, на наш взгляд, зависит от интенсивности региональных восходящих движений, а не от их продолжительности.

Интенсивное развитие соляных ядер куполов, которому сопутствуют образование разрывных нарушений и перестройка всей структуры, вероятно, связано именно с интенсивными восходящими движениями структур более крупного порядка (Жолтаев, 1971). Данными бурения установлено, что в Днепровско-Донецкой впадине многие соляные купола, активно развивавшиеся в позднедевонское время, почти прекратили свой рост в каменноугольный и пермский периоды, а некоторые из них — и в течение всего мезозоя. Он возобновился лишь в предпалеогеновое время и был обусловлен подъемом всей территории и движением блоков фундамента.

В работах украинских геологов (Китык, 1963; Баранов, 1965) описаны многочисленные факты, свидетельствующие о прекращении роста куполов в тот или иной отрезок времени и о возобновлении его позже в связи с более интенсивными региональными тектоническими движениями всей территории. Эти особенности роста соляных куполов невозможно удовлетворительно объяснить с позиции положения о «зонах повышенной плотности» (Косыгин, 1958; Кононов, 1961).

Кроме того, все соляные купола и соляные антиклинали на востоке и севере Прикаспийской синеклизы располагаются над сводами поднятий в подсолевых отложениях или же в зоне флексур, т. е. размещение соляных куполов не подчиняется гексагональной симметрии, которая многими сторонниками гравитационной гипотезы считается ярким доказательством доминирующего влияния гравитационных сил на образование соляных куполов.

В настоящее время наибольшее число сторонников имеет гипотеза, согласно которой в формировании соляных куполов основную роль играют регионально-тектонические движения (Авров, 1955; Айзенштадт и др., 1963). Однако она недостаточно аргументирована. Приверженцы ее обычно ограничиваются утверждением, что соль приобретает способность к перемещению под действием всестороннего давления, возникающего при восходящих тектонических движениях. Более конкретного объяснения механизма формирования куполов, характера приложения сил со стороны подсолевого ложа при восходящих движениях на соленосную толщу и надсолевые отложения, влияния поднятий в подсолевых отложениях на пространственное расположение и интенсивность роста куполов не дается. Лишь в работе В. И. Китыка (1963) делается первая попытка подробно описать процесс образования соляных куполов с этой позиции. Одно из основных положений в концепции В. И. Китыка — приуроченность соляных куполов и антиклиналей к синклиналям в подсолевых отложениях — не подтверждается фактическим материалом, по крайней мере по восточной, северной и юго-восточной частям Прикаспийской синеклизы. Следовательно, не подтверждается и основная идея этой концепции, объясняющая образование

соляных куполов выдавливанием соли из сводовых частей поднятий в подсолевых отложениях в смежные синклинали. Нельзя согласиться также с выводами о характере взаимоотношения движений подсолевого и надсолевого комплексов пород в процессе формирования соляных структур.

Как видно из краткого обзора существующих гипотез об образовании соляных куполов, основное расхождение возникает при определении причин, обусловивших перемещение соли с одного места на другое.

Среди исследователей нет единого мнения о величине минимального давления на соленосную толщу, под действием которой соль могла бы перемещаться. С точки зрения немецких геологов Г. Рихтер-Бернбурга и В. Шотта (1961), «для движения масс соли достаточна нагрузка в 100 *кг/см*$^2$». Ю. С. Кононов (1961) считает, что нагрузка верхнепермских пород 750 *кг/см*$^2$ с учетом температурного режима на больших глубинах и длительности воздействия «была достаточна для придания соли пластических свойств». По данным Д. Ромейнса (1933), в Тюрингии соленосные отложения залегают на глубине 1000 *м* и не образуют соляных куполов. Соляные купола в Днепровско-Донецкой впадине начали формироваться, когда мощность покрывающих соль пород достигла 2000 *м*. Е. М. Люткевич (1964) утверждает, что в Припятской впадине соленосная толща залегает на глубине более 3000 *м* и не образует соляных куполов.

Далеко не полный перечень высказываний исследователей подтверждает заключение А. Н. Чередниченко (1964) о том, что «под действием веса вышележащих пород, т. е. под действием гидростатического давления, никакую породу нельзя перевести в пластическое состояние, в том числе и каменную соль».

В настоящее время исходя из теории пластичности и результатов экспериментальных исследований не только каменной соли, но и других пород (Ромейнс, 1933; Розанов, 1962; Белоусов, Гзовский, 1964) можно не сомневаться, что основным условием для пластической деформации любой породы является неравномерное всестороннее сжатие.

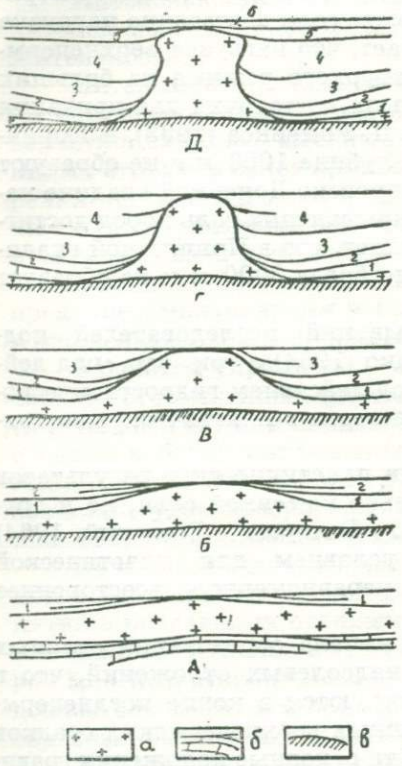
Было бы ошибкой думать, что для начала образования соляных куполов требуются большие мощности надсолевых отложений, что в Прикаспийской синеклизе купола формируются в конце позднепермского времени, когда соль под весом мощных верхнепермских осадков приобрела способность к перемещению. Эти основные положения гравитационной гипотезы создают среди своих приверженцев представление о том, что «соляная тектоника есть тектоника особая, отличная от обычной, тектоника *sui generis*» (Страхов, 1947).

Поскольку Прикаспийская синеклиза является частью Русской платформы, правильнее будет рассматривать образование локальных поднятий, в том числе соляных куполов, исходя из общих закономерностей формирования платформенных структур, которые установлены и проверены достоверными фактическими материалами в Волго-Уральской нефтеносной провинции.

Нам представляется, что локальные поднятия в центральных частях Русской платформы и на ее окраине образуются в примерно одинаковых условиях, с той лишь разницей, что на территории Прикаспийской синеклизы, начиная с кунгурского века, они осложнены соляной тектоникой. Несмотря на существование нескольких гипотез об образовании локальных платформенных структур, все исследователи признают, что они так же, как и структуры крупного порядка, развиваются длительное время.

На рассматриваемой территории выявленные геолого-геофизическими работами структуры крупного порядка и локальные поднятия в подсолевых отложениях, конечно, развивались в докунгурское и продолжали развиваться в послекунгурское время в связи с региональными тектоническими движениями.

По сокращению мощности отложения к своду соляных куполов, появлению конгломератов, состоящих из галек изверженных, метаморфических пород и обломков глин, песчаников, ангидритов и известняков, принимая во внимание историю развития востока Волго-Уральской провинции, можно заключить, что восточная часть Прикаспийской синеклизы испытывала региональные восходящие движения, приведшие к перерыву в осадконакоплении на границах кунгурского и уфимского, уфимского и казанского, казанского и татарского веков и к нескольким перерывам в мезозой-кайнозое. В эти периоды региональных подъемов всей территории развивались и локальные поднятия. На первом этапе роста они выражены в предуфимском рельефе, и только что отложившиеся осадки жанажольской толщи (верхняя терригенная часть разреза кунгура мощностью 400—600 *м*) были денудированы частично или на полную мощность со сводов локальных поднятий, переотложены в прилегающие понижения предуфимского рельефа и тем самым создали избыток мощностей в смежных синклиналях.




**Принципиальная схема образования соляных куполов.** *а* — галогенная толща; *б* — подсолевые отложения; *в* — подсолевая поверхность; *А, Б, В* и *Г* — этапы развития; *Д* — схема современного строения соляного купола.

Этот процесс переотложения осадков со сводов поднятий в прилегающие понижения рельефа повторяется, увеличивая разность в мощностях надсолевых отложений над сводом поднятий и в смежных с ними синклиналях. Амплитуда подъема кровли соли в сводах первичных соляных структур с каждым разом будет возрастать за счет соли, подтекающей из смежных синклиналей. При этом подток соли из синклинали происходит не столько под влиянием веса избыточной мощности отложений, сколько под активным воздействием восходящих движений подсолевого ложа при наличии разности перепадов давления на кровлю соленосной толщи.

Как видно из схемы (см. рис.), в начальном этапе развития локальных поднятий соленосная толща не испытывает существенных пластических деформаций и изгибается в пластообразном состоянии согласно подсолевой поверхности, а надсолевые отложения образуют антиклинальную структуру. В последующих этапах мощность соли под сводом поднятий будет увеличиваться за счет новых порций соли, поступивших из окружающего пространства в соляное ядро, и в результате уменьшения размеров первичной антиклинальной структуры.

Прежде чем предложить такую схему образования соляных куполов, мы рассматривали ряд вопросов, касающихся условий формирования соленосной толщи: возможность передачи напряжения из подсолевой поверхности к надсолевым отложениям; закономерности размещения структур, созданных соляной тектоникой; соотношение структуры соленосной толщи со строением подсолевых отложений; изменение интенсивности соляной тектоники в зависимости от первоначальной мощности соленосной толщи и т. д.

Для предлагаемой схемы образования соляных структур наибольшее значение имеет передача напряжений из подсолевых отложений в надсолевые через соленосную толщу. Фактический материал по бортовым частям Прикаспийской синеклизы показал, что это осуществимо. Примером является поднятие Жанажол.

Возрастание интенсивности выражения соляной тектоники и увеличение размеров скоплений соли дают возможность предположить, что первоначальная мощность соленосной толщи увеличивается в направлении к центральной части синеклизы. В этой связи на сегодня слабо изученными остаются три вопроса: 1) возможность и характер передачи давлений от подсолевой поверхности в надсолевые отложения при больших мощностях соленосной толщи; 2) первопричины и начало (время) возникновения куполов в условиях больших мощностей соленосной толщи и 3) критическая мощность соленосной толщи, при которой образуются соляные купола. От решения этих вопросов во многом зависит и решение вопроса о формировании куполов-гигантов. Приуроченность куполов Чингиз, Жекендысай, Алмазный, Саурбай, Тюртчагие, Телсу и других в центральной части Прикаспия к тектоническому нарушению в подсолевых отложениях, по данным грави- и сейсморазведки, в первом приближении может служить подтверждением передачи напряжения из подсолевой поверхности в надсолевые отложения через соленосную толщу большой мощности. Что касается критической мощности соленосной толщи, при которой образуются соляные купола, то в настоящее время ясно, что значение ее изменяется в зависимости от литологической однородности соленосной толщи и характера тектонических движений. При прочих равных условиях критическая мощность соленосной толщи меньше, если она более или менее однородна. С увеличением содержания в соленосной толще пачек и пропластков терригенных и сульфатных пород критическая ее мощность возрастает. В условиях проявления тангенциальных движений для развития соляных структур потребуется соленосная толща значительно меньшей мощности, чем в платформенных условиях.

В заключение можно сказать, что региональные восходящие тектонические движения явились основным и решающим фактором в образовании соляных куполов на рассматриваемой территории. Что касается веса надсолевых отложений (гравитационного давления), он является «фактором, хронологически поздним, генетически производным от тектонического...».

## ЛИТЕРАТУРА

Авров В. Я — Геологический сборник, вып. III. М., Гостоптехиздат, 1955.

Авров П. Я., Буялов Н. И. и др. Геологическое строение Эмбенской области и ее нефтяные месторождения. М., изд. ОНТИ НКТП СССР, 1935.

Айзенштадт Г. Е.-А., Антонов К. В. Формирование соляных куполов и залежей нефти Южной Эмбы. М., Гостоптехиздат, 1963.

Баранов Н. Г. Формирование структур Днепровско-Донецкой впадины и их нефтегазоносность. М., «Недра», 1965.

Белоусов В. В., Гзовский М. В. Экспериментальная тектоника. М., «Недра», 1964.

Буялов Н. И., Фотиади Э. Э., Черепанов Н. Н. — «Нефтяное хозяйство», 1935, № 8.

Вайнблат А. Б. — Труды ВНИГРИ, вып. 237, Л., 1964.

Долицкий В. А. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1962, № 6.

Жолтаев Г. Ж. — Геология (тематический сб. статей аспирантов и соискателей), вып. II. Алма-Ата, 1966.

Жолтаев Г. Ж. — Труды КазПТИ, вып. 26. Алма-Ата, 1967.

Жолтаев Г. Ж. — Геология и разведка недр. Труды КазПТИ, вып. 2. Алма-Ата, 1971.

Журавлев В. С. — В кн.: «Проблемы региональной тектоники Евразии». М., Изд-во АН СССР, 1963.

Калинин Н. А. Основные черты геологического строения и нефтегазоносность Западного Казахстана. М., Гостоптехиздат, 1963.

Китык В. И. Условия образования соляных структур. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Кононов Ю. С. — Труды Института нефти АН КазССР, т. IV, 1961.

Косыгин Ю. А. Соляная тектоника платформенных областей. М., Гостоптехиздат, 1950.

Косыгин Ю. А. Тектоника нефтеносных областей, т. I. М., Гостоптехиздат, 1958.

Люткевич Е. М. — В кн.: «Вопросы сравнительной тектоники древних платформ». М., «Наука», 1964.

Рихтер-Бернбург Г., Шотт В. — В кн.: «V Международный нефтяной конгресс», т. I. М., Гостоптехиздат, 1961.

Розанов Ю. А. Экспериментальные исследования деформации горных пород при высоких давлениях и температуре до 200°С. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Ромейнс Д. — В кн.: «Современное положение вопроса о соляных куполах». М., Гос. научно-техническое нефтяное изд-во, 1933.

Руженцев В. Е. — «Бюллетень МОИП», 1930, № 1.

Страхов Н. М. Геология кунгура Ишимбаевского нефтеносного района. М., изд. МОИП, 1947.

Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур., т. I, II. Киев, «Наукова думка», 1966.

Хаин В. Е. Общая геотектоника. М., «Недра», 1964.

Чередниченко А. Н. Тектонофизические условия минеральных преобразований. Киев, «Наукова думка», 1964.

УДК 551.247.035

# О НЕКОТОРЫХ ПРОЦЕССАХ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР В УСЛОВИЯХ СЕДИМЕНТАЦИИ

*С. П. МИКУЦКИЙ*

*(Минск, Институт геологических наук)*

Среди тектонических структур соляные купола занимают особое место. Это определяется многообразием форм, спецификой строения и разноречивостью мнений исследователей об условиях их формирования. В Припятском прогибе встречаются соляные вздутия и криптодиапировые структуры. К последним, по-видимому, принадлежит лишь Первомайское поднятие. По форме структуры Припятского прогиба можно относить к соляным валам, осложненным отдельными брахиантиклиналями и куполовидными поднятиями.

Для познания процессов формирования соляных структур необходимо сосредоточить исследования на площадях со слабо выраженной соляной тектоникой, где основные закономерности формирования структур на начальных этапах не замаскированы резко проявленными дислокациями более поздних этапов. Объектами таких исследований в Припятско-Донецком авлакогене могут быть структуры Припятского прогиба и некоторые площади типа Колайдинской, Зачепиловской, Сагайдакской в Днепровско-Донецкой впадине. Подобные объекты можно выделить и в других областях.

В ряде солянокупольных районов в последние годы получены новые данные, говорящие о том, что основной этап формирования соляных структур во времени значительно сближен с периодом накопления самой соленосной толщи. Так, в Днепровско-Донецкой впадине и Припятском прогибе в фаменской соленосной толще соляные структуры были в основном сформированы в девоне до отложения нижнекаменноугольных образований (Ларченков, 1967; Люткевич, 1968; Конищев, 1969). Указания о росте соляных куполов в начале верхнепермской эпохи для кунгурской соли Прикаспийской впадины мы находим у В. Л. Соколова и А. А. Свиточа (1968).

На материалах Припятского прогиба установлено, что отдельные пачки верхней глинисто-галитовой подтолщи фаменской соленосной толщи, постепенно уменьшаясь в мощностях, выклиниваются к сводам соляных куполов, облекая их. Практически на всех структурах прогиба внутри соляных тел и во вмещающих соляные тела породах наблюдаются текстуры гравитационной складчатости, связанные с оползневыми явлениями в процессе осадконакопления отдельных слоев на склонах растущих соляных структур. Все это наряду с линзовидным внутренним строением многих соляных тел, прекрасно показанным В. П. Курочкой (Махнач и др., 1966), говорит о формировании соляных структур Припятского прогиба одновременно с накоплением соленосной толщи.

Текстуры гравитационной складчатости, связанные с оползневыми явлениями на склонах соляных тел, представляют собой резко дис-

лоцированные, зачастую гофрированные или брекчированные маломощные прослои пород, ограниченные в подошве и кровле нормально пластующимися осадками. Соотношения дислоцированных прослоев с нормально пластующимися говорят об образовании указанных дислокаций на локальных участках в процессе седиментации или непосредственно вслед за седиментацией до их полной литификации.

Известно, что оползни в подводных условиях (в илах), как правило, возникают на поверхностях с углами наклона, превышающими 6°. Толчком для оползания осажденного ила по склону под действием гравитационных сил могут быть сейсмические явления.

В верхнедевонское время поверхность дна солеродного Припятского бассейна представляла собой пересеченный рельеф. Осадконакопление шло на склонах выступов дна, что необходимо иметь в виду при его анализе. При учете этого фактора легко объяснить облекание и прилегание отдельных пачек внутри верхней соленосной толщи и в надсолевых отложениях. В частности, по типу крупных косых серий с прилеганием была сформирована верхняя соленосная толща Припятского прогиба.

Таким образом, в условиях верхнего девона Припятского прогиба и некоторых других бассейнов осадконакопление не приводило к формированию пластов с горизонтальными плоскостями, а шло неравномерно по площади солеродного бассейна, образуя первично седиментационные мощные скопления соли в определенных зонах. Эти зоны практически во всех солянокупольных районах контролируются региональными разломами, тяготеющими к структурам второго порядка подсолевого ложа или ограничивающими их.

Все это наряду с данными о геометрической несовместимости базальных горизонтов соленосной толщи и надсолевых образований, с материалами о возможно гумидном климате некоторых эпох соленакопления, с удивительно полной компенсацией пониженных мощностей соляных тел на крыльях структур, увеличенными мощностями надсолевой толщи побудило нас заняться исследованием механизма формирования соляных структур при процессах седиментации соленосной толщи.

Обычно изучение многих явлений начинается с их схематизации, с выделения основных факторов, определяющих интересующие нас величины, с построения модели исследуемых процессов при помощи простейших образов. Мы предварительно изучали процессы формирования соляных структур исходя из гипотезы седиментационного образования неравномерных по мощности соляных тел. При этом нами получены весьма интересные результаты, по-новому освещающие многие факты строения солянокупольных областей.

Не отрицая в галогенезе прошлых эпох определенной роли выпаривания морской воды в условиях аридного климата, прекрасно освещенных в работах Н. М. Страхова (1962) и ряда других исследователей, мы считаем, что основными при формировании соленосных толщ и соляных структур были глубинные (вулканогенные) процессы. О роли вулканогенных явлений в образовании соленосных толщ неоднократно сообщалось ранее (Баранов, 1966; Кудрявцев, 1966; Микуцкий, 1968). Накопление мощных соленосных толщ в зонах глубоких прогибов в общих чертах нами представляется в следующем виде.

Солевой состав гидросферы формировался не только в результате выветривания горных пород на суше, но и вследствие выноса растворимых веществ из земной коры и мантии по глубинным разломам. Вещества глубинного происхождения поступали в моря и океаны путем

растворения жидких и газообразных продуктов подводных вулканических извержений, при выделении в гидросольфатарах, при поверхностном смыве и выщелачивании свежих продуктов вулканической деятельности, при химическом выветривании под действием активных кислот вулканического генезиса (Мархинин, 1967), а также при разгрузке на дне бассейнов насыщенных термальных рассолов, изливающихся по разломам.

Если в зонах активной вулканической деятельности существовали изолированные бассейны или бассейны с затрудненной связью с открытым морем, возникшие при погружении участков земной коры по разломам, то создавались условия сравнительно быстрого насыщения массы воды хлористыми, сернокислыми и углекислыми соединениями натрия, калия, магния и кальция, иногда железа и кремнезема.

Схема гипотезы седиментационного неравномерного по мощности накопления соли следующая. В глубоко погруженных по зонам разломов впадинах, изолированных от открытого моря, подтоки высоко минерализованных термальных рассолов создают условия насыщения придонных вод и садки солей из гомогенных систем. Данный процесс состоит из струйного истечения насыщенных термальных растворов по зонам разломов, смещения глубинных потоков с придонными водами, кристаллизации солей из нормальных растворов при изменившихся физико-химических условиях равновесий (понижение температуры, изменение соотношений в гомогенной системе), осаждения выпавших кристаллов, геологических проявлений, сопровождающих накопление толщ (например, образование гравитационной складчатости).

Рассмотрим этот механизм на простейших примерах. Так, в системе хлористый натрий — вода растворимость хлористого натрия при 400°С составляет 46,6%, а при 10°С —26,3%. Следовательно, при охлаждении 1 $м^3$ насыщенного рассола от 400 до 10°С в осадок выпадает около 250 *кг* хлористого натрия (после насыщения придонных вод). В системе натрий — кальций — хлор — вода растворимость хлористого натрия заметно уменьшается при повышении концентрации хлористого кальция. В системе же хлористый натрий — хлористый водород — вода она снижается еще более резко, чем в предыдущей. Так, при 25°С в 10%-ном водном растворе хлористого водорода может раствориться всего лишь около 12% (весовых) хлористого натрия. Если в насыщенный раствор хлористого натрия по глубинным разломам будет поступать газообразный хлористый водород, то избыток соли выпадет в осадок. Так, при насыщении 1 $м^3$ рассола хлористого натрия газообразным вулканогенным хлористым водородом (до концентрации его в 10%) при 25°С выпадает в осадок около 170 *кг* хлористого натрия. Подобные же явления наблюдаются в системах хлористый натрий — аммиак — вода, хлористый калий — хлористый магний — вода, хлористый натрий — хлористый магний — вода и др. Природный механизм этого процесса является совокупностью приведенных частных случаев.

Динамика процесса струйного подтока рассолов по зонам разломов и насыщение придонного слоя воды описывается системой уравнений движения жидкости Навье — Стокса и уравнением неразрывности потока. В общей постановке аналитическое решение задачи по интегрированию системы уравнений в частных производных связано со значительными трудностями. Учитывая, что на некотором удалении от зоны подтока закономерности течения становятся универсальными, мы можем рассматривать течение струи как результат действия точечного или линейного (соответственно для осесимметричной и плоской струи) источника импульса, ориентированного в направлении оси сим-

метрии и заданного интегральной характеристикой полного потока импульса (в проекции на ось симметрии).

$$J_x = \int \rho v_{xo}^2 \, dS,$$

где $\rho$ — плотность жидкости,

$v_{xo}$ — осевая компонента вектора скорости в выходном сечении реальной струи *(S)*.

Описание динамики подтока термальных насыщенных растворов в придонном слое изолированных бассейнов сводится к задаче Л. Д. Ландау (1953) о затопленной струе-источнике, для которой имеются в первом приближении автомодельные решения (Вулис, Кашкаров, 1965). Чтобы решить эту задачу, надо отыскать профили всех компонент скорости, давления и температуры в удалении от источника и учесть влияние начального импульса на поле течения.

Для осесимметричной струи, втекающей в бассейн, заполненный той же жидкостью, решение в цилиндрических координатах выражается в первом приближении следующим образом:

$$v_x = \frac{2\nu L}{x\sqrt{1+\eta^2}}\left[1+\frac{1-L^2}{(\sqrt{1+\eta^2}-L)^2}\right]; \quad v_r = \frac{2\nu L\eta}{x\sqrt{1+\eta^2}}\,\frac{1-L\sqrt{1+\eta^2}}{(\sqrt{1+\eta^2}-L)^2};$$

$$T-T_\infty = \frac{B}{x\sqrt{1+\eta^2}}\left(1-\frac{L}{\sqrt{1+\eta^2}}\right)^{-2P_r};$$

$$\eta = \frac{r}{x}; \quad \nu = \frac{\mu}{\rho}; \quad P_r = \frac{\nu}{a}; \quad Re = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{J_x}{\rho\nu^2}},$$

где $v_x$ и $v_r$ — осевая и радиальная компоненты скорости;

$x$ и $r$ — осевая и радиальная координаты;

$\rho$, $\mu$, $\nu$ — плотность, коэффициенты динамической и кинематической вязкости;

$T$ и $T_\infty$ — температура в струе и в невозмущенной жидкости;

$a$ — коэффициент температуропроводности;

$J_x$ — начальный поток импульса;

$L$ и $B$ — безразмерные параметры, которые определяются по зависимостям:

$$Re = 8\left(\frac{1}{L}+\frac{4}{3}\,\frac{L}{1-L^2}-\frac{1}{2L^2}\ln\frac{1+L}{1-L}\right)^{\frac{1}{2}};$$

$$B=\left(\frac{1}{L}-1\right)^{2P_r-1}\left\{\frac{2P_r}{2P_r+1}\,\frac{1+L}{1-L}\left[1-\left(\frac{1-L}{1+L}\right)^{2P_r+1}\right]+\left(\frac{1-L}{1+L}\right)^{2P_r-1}-1\right\}^{-1}.$$

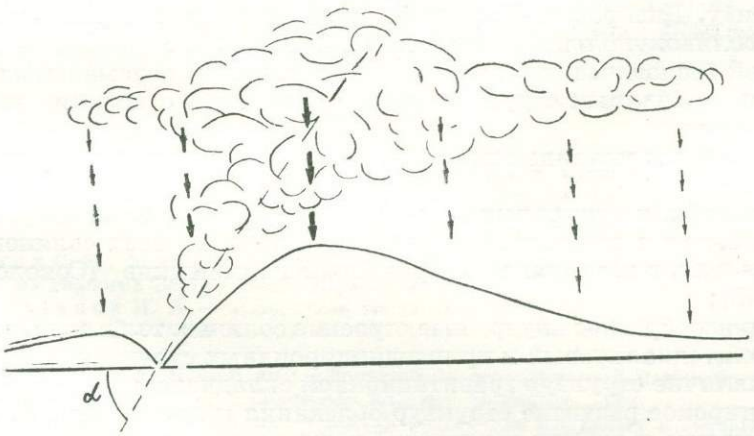
Таким образом, при подтоке насыщенных термальных растворов по зонам разломов в придонном слое изолированного бассейна создаются условия кристаллизации избыточных порций соли, растворимость которых убывает с понижением температуры или с повышением концентрации какого-либо другого иона.

Выпадающая в твердую фазу соль будет концентрироваться на локальных участках в зоне подтока термальных рассолов, создавая неравномерные по мощности линзовидные тела, налегающие одно на другое и прилегающие друг к другу. В данном процессе в условиях седи-

ментации происходит первичное неравномерное по мощности накопление соляных толщ, пространственно тяготеющих к зонам разломов.

В зависимости от характера подтока термальных рассолов (осесимметричная или плоская струя, соответственно точечный источник или подток по линии разлома) и от угла наклона к горизонту плоскости тока в ближайшей зоне будут сформированы концентрического строения или подковообразные в плане тела (при точечном источнике), соляные гряды или валы (при плоском источнике) и комбинация этих форм на различных этапах. В краевых частях бассейна и на межразломных полях могут отлагаться нормально пластующиеся с горизонтальным залеганием слои соляных пород в результате более или менее равномерного распределения части материала по бассейну седиментации. Климатический фактор при описанном механизме формирования соляных толщ не играет решающей роли. Аридный климат может лишь способствовать некоторому ускорению концентрации соли в бассейне седиментации.

Физическое моделирование, проведенное нами на трехкомпонентной системе (хлористый натрий—хлористый кальций—вода), подтвердило правильность теоретических расчетов и показало, что основная масса выпадающей в осадок соли накапливается вблизи зоны разгрузки насыщенных растворов. При осаждении соли формируются тела, мощность которых резко уменьшается с удалением от питающей зоны, за счет чего создается соляная «структура» (рис.). При пульса-




ционном характере поступления рассолов новые порции соли осаждаются на склоне созданной «структуры» и в виде линз с первичными углами падения от 5—10 до 40—45°, напоминая косые серии дельтовых фаций. В нашей модели наблюдались и оползневые явления на крутых склонах, которые в более крупном масштабе приводят к гравитационной складчатости. В дальнейших процессах осадконакопления такие соляные тела облекаются осадками и захороняются, образуя структуры облекания, прилегания к выступам рельефа и выклинивания отдельных слоев и пачек в надсолевом комплексе.

Глубину бассейна соленакопления можно оценить в первом приближении суммарной мощностью соленосной толщи и перекрывающих образований до первого отчетливо проявленного регионального перерыва (Яншин, 1961). Применительно к Припятскому бассейну эти

глубины определяются в 500—800 *м* для ливенского времени и в 1500—2000 *м* для елецко-лебедянского. Мы не отрицаем возможности конседиментационных тектонических движений, в связи с чем говорим лишь о порядке цифр, характеризующих глубины бассейнов соленакопления.

После накопления достаточно крупных соляных тел со значительным колебанием мощности в центральной и периферийных частях и последующего захоронения таких тел осадками могут создаваться большие градиенты гидростатических давлений, что и обусловит частичный переток соли в центральные, более мощные части соляных тел. При значительных перетоках соли образуются соляные штоки и диапиры. Таким образом, для проявления соляной тектоники в прямом смысле необходима неравномерность мощности соляных тел, которая возникает за счет осаждения соли при разгрузке насыщенных термальных рассолов на дне бассейна.

На большинстве структур Припятского прогиба и на некоторых структурах Днепровско-Донецкой впадины (типа Колайдинской, Зачепиловской, Сагайдакской) соляная тектоника не проявилась, по-видимому, в связи с недостаточными градиентами гидростатических давлений в центральных и периферийных частях соляных тел. Имеющиеся признаки «соляной тектоники» на этих площадях объясняются описанным механизмом формирования соляных тел, гравитационной складчатостью, процессами растворения соли подземными водами, локальными смятиями в зонах дизъюнктивов.

Предварительный анализ геологического материала по Припятскому прогибу, Днепровско-Донецкой впадине и некоторым участкам других солянокупольных областей показывает, что большинство особенностей геологического строения этих районов, связываемых с формированием соляных структур, проще объяснить с позиций изложенной гипотезы.

Описанным механизмом объясняются, например, следующие явления:

1) линейная приуроченность соляных структур к зонам разломов, установленная в настоящее время фактически во всех солянокупольных областях, в том числе в Прикаспийской впадине (Соколов, Свиточ, 1968);

2) линзообразное внутреннее строение соляных тел в соляных вздутиях, криптодиапировых и криптодиапироидных структурах;

3) наличие структур гравитационной складчатости;

4) широкое развитие структур облекания и прилегания в надсолевом комплексе и внутри соленосной толщи с образованием зон выклинивания;

5) присутствие косослоистых серий внутри отдельных пачек в соленосной толще, построенных по типу косых серий дельтовых фаций;

6) сравнительно выдержанная, закономерно изменяющаяся по площади бассейна суммарная мощность соленосной толщи и компенсирующих ее надсолевых образований (для нижней соли Припятского бассейна — межсолевых отложений);

7) накопление соли одновременно с породами, обогащенными органическим веществом;

8) различия форм соляных тел, в том числе таких, как подковообразные и кольцевые структуры, карнизы, покровы и так называемые «глетчеры»;

9) возможность течения соли под действием гравитационных сил в определенных условиях.

Новейшие данные о солевом режиме современных придонных вод некоторых глубоководных участков Красного моря, где соленость вод достигает 470‰, а также о наличии соляных куполов в центральных глубоководных частях Мексиканского залива позволяют утверждать, что описанные процессы имели место не только в давно минувшие геологические эпохи, а происходили в недавнем прошлом и наблюдаются в современных условиях.

Таким образом, предварительные исследования механизма накопления соленосных толщ при разгрузке насыщенных термальных рассолов по зонам разломов показывают, что соляные структуры будут формироваться одновременно с накоплением соленосных образований.

Изложенное представление о неравномерном по мощности седиментационном накоплении соляных масс является промежуточным между концепцией Н. А. Кудрявцева (1966) о соляном метасоматозе и широко распространенными взглядами о солеродных бассейнах аридных зон. Мы считаем, что в солеродных бассейнах происходили процессы нормальной химической садки галогенных минералов, контролируемых физико-химическими равновесиями галогенных систем, поступлением терригенного материала, составом и пульсационным характером подтока глубинных рассолов. Если бассейн разгрузки термальных глубинных рассолов был изолирован от океана, то при описанном механизме он превращался в солеродный; если же он имел свободные связи с океаном, то процессы разгрузки на дне бассейна термальных рассолов вели к дополнительному, в одних случаях — к незначительному, в других — к серьезному обогащению вод океана растворимыми солями. Этим определяется (наряду с другими факторами) приуроченность древних солеродных бассейнов к зонам интенсивного, обычно некомпенсированного погружения. Компенсация прогиба осадками осуществляется преимущественно в период формирования нижних горизонтов надсолевых образований.

## ЛИТЕРАТУРА

Баранов И. Г. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Вулис Л. А., Кашкаров В. П. Теория струй вязкой жидкости. М., «Наука», 1965.

Гузик С. Н., Микуцкий С. П. — В кн.: «Материалы II научной конференции молодых геологов Белоруссии». Минск, 1968.

Кудрявцев Н. А. — «Советская геология», 1966, № 7.

Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Механика сплошных сред. М., Гостехиздат, 1953.

Ларченков А. Я. — В кн.: «Достижения геологической науки по Днепровско-Донецкой впадине за годы Советской власти». Чернигов, 1967.

Люткевич Ю. М. — В кн.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений солянокупольных областей в пределах СССР». М., изд. МИНХ и ГП, 1968.

Махнач А. С., Корзун А. П., Курочка В. П., Урьев И. И. Литология и геохимия девонских отложений Припятского прогиба в связи с их нефтегазоностью. М., «Недра», 1966.

Мархинин Е. К. Роль вулканизма в формировании земной коры. М., «Наука», 1967.

Микуций С. П. — В кн.: «Материалы II научной конференции молодых геологов Белоруссии». Минск, 1968.

Микуцкий С. П. — В кн.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений солянокупольных областей в пределах СССР». М., изд. МИНХ и ГП, 1968.

Соколов В. Л., Свиточ А. А. — В кн.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений солянокупольных областей в пределах СССР». М., изд. МИНХ и ГП, 1968.

Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Яншин А. Л. — «Геология и геофизика», 1961, № 1.

УДК 551.247(574.1—925.22)

# НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*А. А. СВИТОЧ*

*(Москва, ВНИИГАЗ)*

## Элементы полигональности солевой структуры

Соляные купола повсеместно развиты в Прикаспийской впадине и занимают около 30—35% ее площади. По территории они расположены равномерно, в среднем 3—4 купола на 1000 $км^2$. В плане соляные ядра куполов имеют самую разнообразную конфигурацию — от округлой до лапчатой. Господствуют изометричные формы, ориентированные в одном-двух направлениях. С глубины 2—3 *км* большая часть соляных ядер соединяется перешейками и перемычками соли, образуя сложную полигональную структуру с преобладанием трех-четырехсторонних полигонов. Соляные штоки куполов и перешейки соли изолируют большую часть надсолевого разреза впадины в систему ячей. Полигональность солевой структуры в значительной мере искажена влиянием рельефа подсолевого ложа впадины, а также крупными линейно-протяженными флексурами и уступами, которым отвечают цепочки куполов. Полигоны обычно имеют деформированный характер, сложившийся в результате приспособления солевой структуры к неровностям и тектоническому режиму подсолевого ложа.

## Развитие солевой структуры

Зарождение солевой структуры в разных областях Прикаспийской впадины, следует полагать, началось неодновременно. К этому моменту возникли различия в первичной мощности соляного пласта, степени его «загрязнения» терригенными и сульфатными компонентами, в мощностях минералогической плотности перекрывающих надсолевых образований и в глубинах залегания подсолевого ложа. Наиболее подходящие условия для пластического перераспределения соли, по-видимому, были в опущенных районах впадины, где мощность гидрохимических отложений кунгура достигала 3—4 *км* и вследствие преемственности тектонического режима, возможно, откладывались верхнепермские образования повышенной мощности. Локальные поднятия и депрессии кровли соли в этих районах как центры максимальной разности давлений явились местами зарождения первых положительных и отрицательных солевых форм. По мере возрастания контрастности нагрузки на соль и нарушения относительно-равновесного состояния цепная реакция зарождения солевых структур захватывала прибортовые районы. Не исключено, что образование солевых структур могло начаться почти одновременно в разных частях впадины, если там для этого существовали условия.

Судя по угловым несогласиям в толще казанских отложений, зарождение ядер соляных куполов Прикаспийской впадины произошло

в казанский век поздней перми, а в центральных участках, может, и раньше. В это время нагрузка на кровлю соли составляла 250 *кг/см*$^2$, температура была около 50°, а перепад давлений, вероятно, достигал 15—20 *кг/см*$^2$.

В развитии соляных ядер Прикаспийской впадины отмечаются эпохи относительно ускоренного их подъема. На всей площади впадины достаточно уверенно и повсеместно устанавливается позднепермская и предакчагыльская эпохи усиленного роста куполов. В остальное время, судя по имеющемуся материалу, отмечаются только аномальные ускорения либо замедленное развитие соляных куполов.

Механика процесса развития куполов обычно понимается как активный подъем соли, которому противодействует относительно пассивный надсолевой покров. Анализ развития соляных ядер куполов, смежных с ними мульд Прикаспия и движений подсолевого ложа впадины показывает, что это, очевидно, не совсем так. Для простоты примем за уровень отсчета современный нулевой репер. Будем также считать, что зарождение соляных куполов Прикаспийской впадины произошло в казанское время при средней мощности материнского пласта кунгурской соли около 3 *км* и мощности кроющих верхнепермских образований 1 *км*. Тогда гипсометрическое положение кровли соли в зарождающихся куполах и подошвы надсолевых образований составит 1 *км*, а подсолевого ложа —4 *км* (рис. 1).

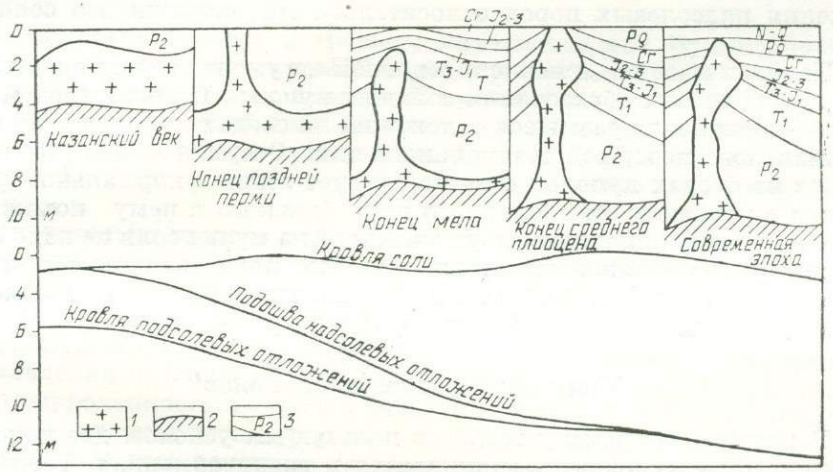



Рис. 1. Схема развития соляного ядра. *1* — соль; *2* — подсолевое ложе; *3* — геологические границы.

К концу поздней перми на всей территории впадины отмечается почти повсеместный выход соли на дневную поверхность. Следовательно, кровля соляных штоков переместилась вверх, ближе к нулевому реперу. Подошва надсолевых отложений в мульдах при мощности верхнепермских пород 4 *км* располагалась на отметке 4 *км*, а кровля подсолевого ложа — около 6 *км*.

В течение мезозоя и палеогена своды большинства куполов были перекрыты отложениями и находились на отметках существенно ниже нулевого репера примерно в стационарном положении либо испытывали небольшое отрицательное понижение кровли. Подсолевое ложе впадины в мезозое и палеогене продолжало опускаться с амплитудой порядка 0,5—1 *км*. Судя по мощности юрских, меловых и палеогеновых

отложений, в мульдах примерно такого же размаха были и опускания подошвы надсолевого комплекса в межкупольных зонах.

Массовый выход соли на поверхность в ядрах куполов центральной части впадины отмечен в предакчагыльское время. Тогда же, по всей вероятности, из значительной части межкупольных пространств соль была полностью выжата, и надсолевые отложения легли непосредственно на подсолевое ложе. Гипсометрическое положение кровли соли в эту эпоху зафиксировано примерно на нулевом репере, а подошва надсолевых пород и кровля подсолевого ложа — на отметках около — 9 *км*. В настоящее время глубина залегания этих поверхностей для центральных районов впадины составляет 0,5 и 9 *км*.

Таким образом, начиная с зарождения куполов колебания кровли соли в их ядрах находились примерно в пределах 0,—1 *км* относительно современного нулевого репера. Лишь в отдельные эпохи они, возможно, несколько превышали нулевую отметку либо кровля опускалась ниже —1 *км*. Подошва надсолевых отложений за это время погрузилась с —1 *км* до глубины —9 *км*, а амплитуда движений составила около 8 *км*. Подсолевое ложе изменило положение с —4 до —9 *км* с амплитудой движения около 5 *км*.

В системе соляное ядро — вмещающие надсолевые породы своды куполов весьма стационарны, а подсолевые отложения наиболее динамичны. Образование структур над ядрами соляных куполов следует рассматривать не в плане активного подъема соли, а энергичного погружения надсолевых пород относительно малоподвижного соляного штока.

Находит иное объяснение и основной аргумент сторонников тектонической гипотезы образования соляных куполов Прикаспийской впадины — совпадение размывов отложений на сводах куполов с эпохами регионального перерыва осадконакопления. Отсутствие тех или иных осадков на сводах куполов свидетельствует лишь о нормальном росте куполов в условиях стационарного или близкого к нему положения подсолевого ложа впадины, когда выжатой из мульд соли не надо было «надстраивать» соляные штоки вниз, а вновь подступавшие объемы соли содействовали внедрению кровли соляных ядер вверх, сопровождавшемуся подъемом надсолевых пород и их размывом.

## Причины образования куполов

В настоящее время у геологов пользуются успехом две гипотезы формирования куполов: тектоническая и гравитационная. Теоретическим обоснованием первой являются предположения о дополнительных напряжениях на соль в результате региональных либо локальных тектонических подвижек подсолевого ложа и о существовании «упора» надсолевых образований. Однако эти предпосылки неубедительны, так как при вертикальных подъемах подсолевого ложа соль не будет испытывать никаких дополнительных напряжений по той причине, что «упора»-то нет. Все напряжения снизу она передаст вверх на надсолевую толщу, совместно с которой и будет воздыматься по мере подъема подсолевого основания. Только в случае бокового закрепления надсолевой толщи или дополнительного ее погружения она будет играть роль определенного «упора», чего в действительности не происходит. Надо также учитывать, что толща надсолевых пород — не монолитное жесткое тело. Начиная с конца верхней перми надсолевые отложения находились в изолированных либо почти изолированных друг от друга ячеях, ограниченных по периметру соляными штоками, гребнями и пе-

решейками. Следовательно, они не могли играть роль «упора». К концу мезозоя из значительной части мульд соль была выжата, и надсолевые отложения легли непосредственно на подсолевое ложе. Однако и в кайнозое соляные ядра куполов впадины продолжали упорно расти. В настоящее время, несмотря на очевидное большое количество сквозных мульд, признаки активности отмечаются у многих соляных структур впадины.

Обоснованием регионально-тектонической гипотезы образования куполов является совпадение размывов надсолевых осадков на их сводах с региональными перерывами осадконакопления. Но этот несомненный факт свидетельствует только о росте соляных ядер куполов, что, собственно, и не отрицается. Выше было сказано, что эффект усиленного роста куполов в эпохи региональных перерывов можно объяснить и иначе, если совместно рассматривать развитие соляных структур с движениями подсолевого ложа.

Представления сторонников локальных движений подсолевого ложа как основы формирования куполов в последние годы весьма тщательно разработаны В. И. Китыком (1966). Основными требованиями, подтверждающими эту точку зрения, по В. И. Китыку, являются наличие в подсолевом ложе тектонических нарушений и локальных поднятий, приуроченность куполов к понижениям подсолевого ложа, соответствие расположения соляных структур основным тектоническим направлениям регионов.

Очевидность первого и третьего положения для Прикаспийской впадины не вызывает сомнений. Однако служит ли это доказательством локальных колебательных движений подсолевого ложа при формировании куполов? По-видимому, нет, так как здесь смешиваются два принципиально разных вопроса — влияние структуры подсолевого ложа на конфигурацию и распределение солевых масс и причины их образования.

Относительно второго положения (приуроченности куполов к подсолевым депрессиям) можно сказать, что во впадине отмечается обратная картина и солевые структуры располагаются над локальными поднятиями подсолевого палеозоя. В восточных районах впадины соляные купола служат даже определенным диагностическим признаком при выявлении подсолевых объектов разведки на газ и нефть. В то же время приуроченность куполов к локальным депрессионным участкам впадины — явление весьма редкое.

Таким образом, основные положения сторонников гипотезы вертикальных тектонических движений при формировании куполов Прикаспийской впадины не согласуются с физической теорией и, главное, не обеспечены фактическими данными.

Влияние колебательных движений подсолевого ложа на образование и развитие куполов в первую очередь надо связывать с эпохами его прогибания, когда при накоплении надсолевых осадков возникали дополнительные региональные и локальные нагрузки на соль, стимулировавшие как рост куполов в целом, так и зональность развития солевой структуры путем определенного перераспределения давлений на соль.

Участие тангенциального сжатия при формировании куполов в платформенных областях большинство геологов отрицают. На восточном борту впадины, по соседству со складчатыми системами Урала и Мугоджар, соляные штоки, как правило, несколько смещены к западу относительно сводов подсолевых структур. Чем это вызвано — неясно. Возможно, влиянием тангенциальных напряжений на соль со стороны

Урала и Мугоджар, хотя, вероятнее всего, — механизмом гравитационного сползания соли по западным склонам подсолевых поднятий.

Гравитационная гипотеза связывается с силами двух родов: изостатическими и конвективной неустойчивостью в поле силы тяжести. Для формирования солевых структур под действием силы изостазии необходимы высокая пластичность соли и определенный перепад давлений на разных участках кровли соляного пласта, достаточный для преодоления сил внутреннего и внешнего сцепления в породе. Физические условия конвективной неустойчивости довольно полно рассмотрены Е. В. Артюшковым (1963), показавшим, что при увеличении объемного веса отложений с высотой в породах могут возникать движения, аналогичные эффекту Релея — Тейлора в жидкостях. Если для возникновения движений на границе двух жидкостей достаточно инверсии плотностей, то в осадочных породах заметные перемещения создаются под действием касательных напряжений, близких к условному пределу текучести.

Рассмотрим, насколько соблюдаются условия, необходимые для участия сил гравитации, как конвективных, так и изостатических, при образовании солевой структуры Прикаспийской впадины. Уже из-за плохой сжимаемости соли можно предположить, что инверсия плотностей в разрезе существовала в позднепермскую эпоху, когда кунгурские отложения были перекрыты более плотными терригенными и сульфатно-терригенными образованиями уфимского, казанского и татарского ярусов. Наличие изначальных неравномерностей нагрузки на кровлю соли следует также предполагать по причине неровностей подсолевого ложа, определенного рельефа кровли соли и признаков разноамплитудных тектонических движений в поздней перми. Схематично физические условия недр Прикаспийской впадины можно представить в виде кривых температур, давлений у кровли соли и перепада давлений в системе купол — мульда (рис. 2).

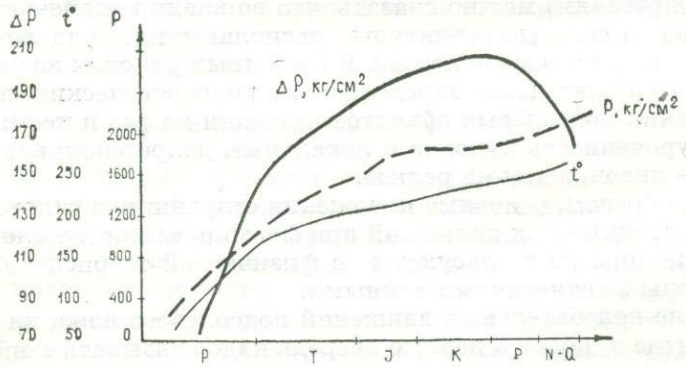



Рис. 2. **График давлений ($P$), температур ($t°$) и разности давлений ($\Delta P$) у кровли соляного пласта в системе купол — мульда.**

Какие гравитационные силы преобладают при формировании куполов Прикаспийской впадины, в настоящее время решить трудно. Имеющийся на сегодня материал (полигональная структура соли, плотностная инверсия и т. д.) свидетельствует о силах конвективной неустойчивости.

Против гравитационной гипотезы как основы развития куполов выдвигаются такие возражения (Китык, 1966; Горфункель, 1968 и др.):

при плотностных расчетах используются данные о соли, хотя соляные толщи состоят не только из каменной соли, но и из более плотных пород;

имеются районы соляной тектоники (Припятская впадина), где плотность соли не отличается от объемного веса соляных пород;

купола по гравитационной гипотезе должны расти непрерывно и наиболее интенсивно во время погружений и осадконакопления, а на самом деле они растут скачкообразно, с ускорениями в эпохи восходящих движений;

соляные купола должны развиваться на базе начальных поднятий, без которых гравитационная гипотеза бессильна объяснить зарождение купола;

недопустима аналогия поведения твердых пород и жидкостей;

значения выталкивающей силы, исходящие из разных плотностей, недостаточны для подъема соли и надсолевых пород.

По перечисленным возражениям заметим следующее. В образовании соляных ядер куполов главную роль играет соль, плотность которой после достижения определенной глубины залегания, как правило, будет меньше плотности окружающих пород. При пластических деформациях из материнского пласта в штоки куполов перемещается в основном каменная соль. Количество терригенных и сульфатных примесей в штоках в общем незначительно, и плотностью их можно пренебречь. На гравитационных картах Припятской впадины со снятым влиянием кристаллического фундамента соляным структурам соответствуют минимумы силы тяжести. Следовательно, и здесь существует плотностная инверсия осадочного разреза. Рост куполов Прикаспийской впадины действительно происходит непрерывно, с ускорением и замедлением. Причины этого заключаются в перераспределении во времени нагрузок на соль, сохранности того или иного количества соли в материнском пласте, различии плотностей одновозрастных надсолевых пород и т. д. Только учитывая это, можно объяснить некоторые особенности развития соляных ядер куполов Прикаспийской впадины. Наличие подсолевых поднятий не является обязательным условием зарождения куполов. Они развиваются на базе неровностей различного происхождения (тектонического, эрозионного, суффозионного и т. д.) на контакте соль — надсолевые породы. Если идеализировать конкретную геологическую ситуацию, т. е. взять абсолютно ровную поверхность, то инверсия плотностей, возможно, и не будет реализовываться в солевые структуры. Известно, что между твердым и жидким состоянием вещества нет резкой границы. Это особенно существенно в масштабе геологического времени, когда свойства твердых и жидких тел изменяются непрерывно без принципиальных различий. Характер пластических деформаций каменной соли аналогичен явлениям, возникающим при плотностной инверсии в вязких жидкостях. Соль в пластическом состоянии по своим физическим свойствам подобна вязкой жидкости. Следовательно, аналогия между вязкими жидкостями и осадочными породами с участием соли вполне уместна. Надо только учитывать масштабы явлений и то, как далеко заходят процессы перераспределения вещества. В осадочных породах плотностная инверсия обычно не приводит к полному перераспределению осадков в разрезе. Она заканчивается на какой-то промежуточной стадии. Перепады давлений на крыле пласта соли в системе купол — мульда весьма значи-

тельны и достигают 210 *кг/см*$^2$ (рис. 2). Однако оценить, насколько эти силы достаточны для подъема соли, в настоящее время невозможно.

Изложенное выше позволяет сделать заключение, что основной причиной галокинеза Прикаспийской впадины являются физические особенности каменной соли — относительно высокая пластичность и практическая несжимаемость. Первая выражается в способности соли при невысоких всесторонних давлениях и температурах перемещаться в направлении падения градиента давления. Вторая приводит к тому, что соль с увеличением глубины залегания все больше отличается по своим плотностным характеристикам от вмещающих пород. Вследствие этого при погружении солеродных бассейнов создается неустойчивое положение в поле силы тяжести — основной энергетический потенциал галокинеза.

## ЛИТЕРАТУРА

Артюшков Е. В. — «Докл. АН СССР», 1963, т. 153, № 1.

Богданов А. А. Тектоника Ишимбайского Приуралья. М., изд. МОИП, 1947.

Василенко В. К. — «Нефтяное хозяйство», 1946, № 5, 6.

Гейслер Н. Н. — «Докл. АН СССР», 1951, т. 77, № 6.

Горфункель М. В. Основные закономерности формирования солянокупольных структур юго-востока Прикаспийской впадины. Автореферат. Л., 1968.

Китык В. И. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Соколов В. Л., Кричевский Г. Н. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.247

# О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ И ПРИЧИНАХ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ДИАПИРОВЫХ КУПОЛОВ

*Е. И. ПАТАЛАХА*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Вопросы соляной тектоники, особенно внутреннего строения диапировых куполов, все еще недостаточно освещены в литературе (Косыгин, 1960; Китык, 1963 и др.).

Ставшее классическим детальное исследование соляных диапировых куполов Большого соляного бассейна Техаса (Balk, 1949), а также материалы по куполам Прикаспийской впадины (Долгих, Ошкапаев, 1961; Долгих, 1962 и др.) свидетельствуют о том, что характерными структурными элементами их внутреннего строения являются

многочисленные разнопорядковые складки «скалывания», оси которых, как правило, круто погружаются в соответствии с положением граничной поверхности соляного ядра;

кливаж течения, на крыльях складок параллельной слоистости, а в замковых частях секущий слои под различными углами, вплоть до прямых, дающий начало специфическим фестончатым, зубчатым, бахромистым и т. п. структурам пересечения; в подавляющем большинстве случаев «кливаж» согласуется с понятием о кливаже осевой плоскости складок; генеральная его ориентировка в целом подчинена геометрии граничной поверхности соляного ядра (кливаж параллелен ей), хотя в деталях залегание кливажа весьма неустойчивое;

так называемые полоски, ленты или карандаши, образованные менее текучими, чем галит, тонкими ангидритовыми прослойками; длинные оси их, как правило, совпадают с ориентировкой осей складок;

отчетливо выраженные микроструктуры течения, особенностью которых является упорядоченное расположение максимальных осей гетерометричных зерен галита в направлении осей складок;

будинирование ангидритовых и других слоев, заключенных в более пластичной среде.

Не вызывает сомнения тот факт, что слагающие диапиры массы соли претерпели огромные деформации и представляют собой в сущности крупные тектониты. На основании отмеченных структурных особенностей соляных диапиров, а также базируясь на опыте изучения зон динамометаморфизма осадочно-вулканогенных слоистых толщ палеозойского цоколя Казахстана (Паталаха, 1970), можно полагать, что такие деформации носили характер ламинарного (струйчатого) течения вещества преимущественно вдоль слоистости. Иными словами, известные закономерности внутреннего строения диапировых ядер в принципе аналогичны закономерностям внутренней структуры линейных зон динамометаморфизма, развитых в существенно иных породах и порожденных совершенно иными процессами. Поэтому в диапировых

ядрах должны выделяться те же структурные элементы в аналогичных генетических и геометрических взаимосвязях, что и в зонах динамометаморфизма (динамометаморфический структурный парагенезис), а именно: складки ламинарного течения, кливаж течения, тектониты, линейность (предпочтительная ориентировка максимальных осей зерен, ангидритовых карандашей и прочее), разного рода структуры пересечения кливажем слоистости, будинаж, птигматитовые складки, вязкие согласные кливажу разрывы, жилы альпийского типа, ортогональная система трещин, сопряжения с элементами течения и др. (Паталаха, 1970, стр. 67—74).

Диапиры можно рассматривать как один из частных примеров зон динамометаморфизма (зон ламинарного течения), когда имеется слишком большой контраст в текучих свойствах интрудирующей (соленосной) и интрудируемой (преимущественно терригенной) толщ.

Другие отличительные особенности диапиров явствуют из таблицы 1.

*Таблица 1*

| Характерные особенности | Зоны динамометаморфизма | Диапировые ядра |
|---|---|---|
| Вещественные | Разнообразный осадочно-вулканогенный состав пород способствует яркому проявлению как собственно метаморфизма (хлорит, серицит и т. д.), так и структурных последствий деформации. Перекристаллизация лишь подчеркивает деформацию, не уничтожая нацело ее следов | Однообразный галогенный состав пород создает трудности в расшифровке собственно метаморфизма, перекристаллизация способна нацело уничтожить структурные последствия деформации в значительных объемах |
| Геометрические | Плоские плитообразные тела | Форма усеченного конуса, вершиной обращенного вверх (штоки) либо вниз, линейно-вытянутые гряды с поперечным сечением, аналогичным форме штоков. |
| Кинематические | Плоский, преимущественно прямолинейный ламинарный поток | Сходящийся либо расходящийся кверху ламинарный поток плоскостной или осевой симметрии |

Таким образом, можно говорить о внутреннем структурном парагенезисе диапировых ядер, который в отличие от динамометаморфического должен обладать рядом специфических черт, например неустойчивостью (и даже прихотливостью) структурного плана в деталях и др.

Сущность диапиризма, как известно, сводится к протыканию высокопластичными массами соли значительно менее пластичных и отчасти хрупких покрывающих надсолевых слоистых толщ. При этом возникают типичные складки нагнетания (Белоусов, 1962). В конечном итоге процесс диапиризма состоит в том, что вершина купола (гряды) «прорезает» надсолевые слоистые толщи, а нагнетаемые массы соли вслед за этим раздвигают их в бока, отвоевывая таким образом пространство. Следовательно, характерными являются условия, которые можно представить как проникновение (продавливание) пластичных масс соли через конус (сужающаяся щель), стенки которого сложены относительно жесткими породами. Поскольку задача состоит в выяснении условий образования внутренней складчатости диапиров, для

простоты можно пренебречь подвижностью стенок и рассматривать процесс диапиризма как сходящийся ламинарный поток в жестком русле — конусе, либо в сужающейся щели, т. е. в диффузоре. Учитывая обычные, чрезвычайно сложные и прихотливые структурные рисунки соли в диапирах, обилие мельчайших складок, общие высокотекучие свойства соли в природной обстановке, ламинарный тип течения, а также стандартный вид реологических кривых (наклоненные прямые), реологическое поведение соли в условиях медленного стационарного течения можно трактовать как вязко-пластичное, а за длительным пределом текучести (?)— как течение вязкой жидкости Ньютона.

Физическая сущность продавливания соли через конический диффузор заключается в следующем (Паталаха, 1970, стр. 162—166). Деформация материала, состоящая в боковом отжатии и продольном удлинении (по отношению к оси конуса), возрастает по мере прохождения его к вершине диффузора. Скорость частиц в продольном сечении диффузора (по отношению к оси конуса) возрастает от стенок, где она нулевая, к оси и в сторону сужения конуса. Величина касательных напряжений вязкости трения (в том же сечении) возрастает от оси к стенкам, где она достигает максимума, и в сторону сужения диффузора. Гидростатическое давление увеличивается в противоположном направлении. Линии тока располагаются радиально-конформно по отношению к геометрии диффузора.

Поставленные автором эксперименты заключаются в продавливании слоисто-гетерогенных пачек слоев, состоящих из низкомодульного вязкопластичного материала, через конический диффузор из широкой трубы в более узкую (рис. 1, I). Вязкопластичный материал (табл. 2) соответствует соли. Подъемная сила его моделируется давлением гидравлического пресса на поршень без диффузора. Длительность опытов 1—3 минуты.

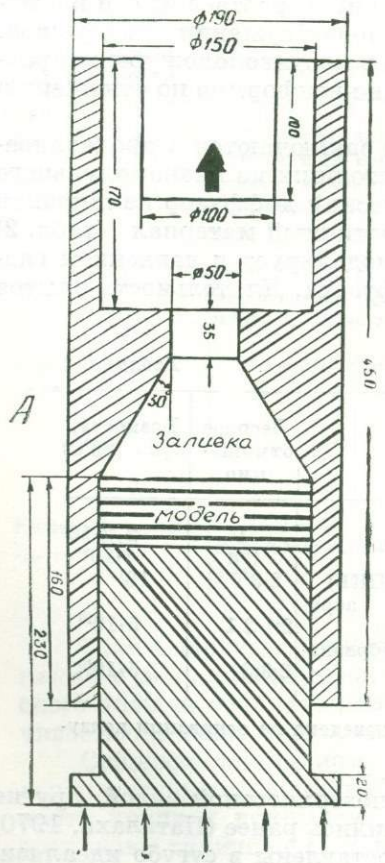
*Таблица 2*

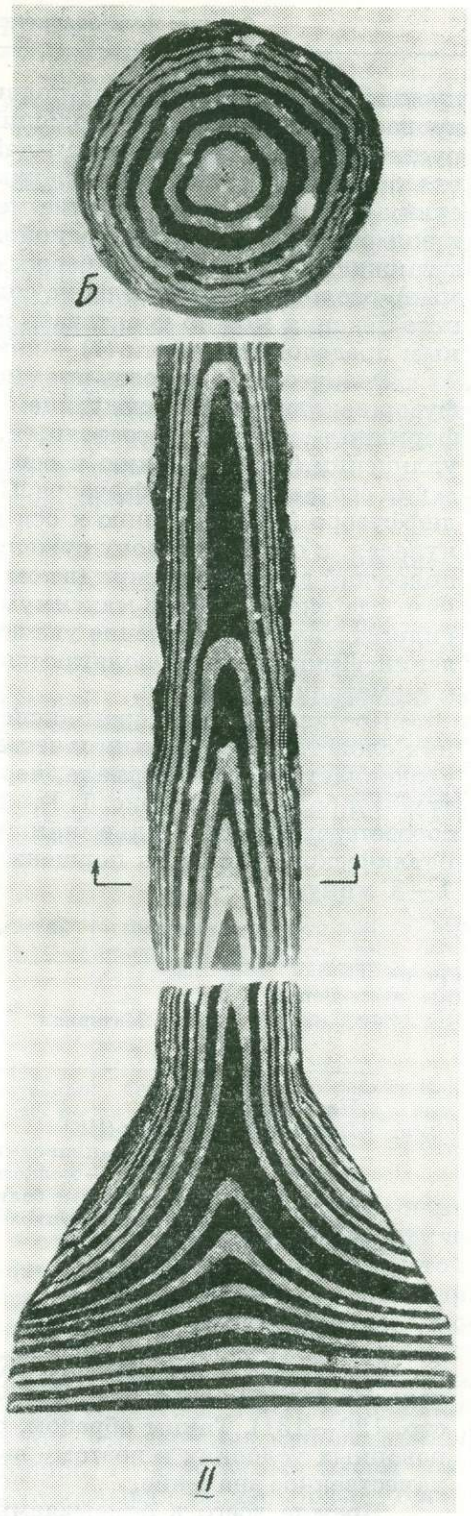
| Материал | Весовое отношение | Вязкость, *пуаз* (22°С) |
|---|---|---|
| Петролатум (П) | 1 | $2{,}2 \cdot 10^8$ |
| Петролатум—каолин (ПК) | 2:3 | $4 \cdot 10^9$ |
| Петролатум—каолин—цинковые белила (ПКБ) | 2:3 0,5 | $10^{10}$ |
| Петролатум — каолин — мелкозернистый абразивный порошок — цинковые белила (ПКАБ) | 2:1:2 1 | $5 \cdot 10^{10}$ |
| Петролатум—каолин—крупнозернистый абразивный порошок (ПКА) | 2:3:3 | $\gg 5 \cdot 10^{10}$ |

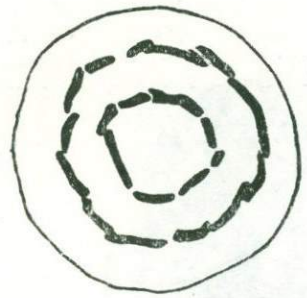
Примечание. Оценка вязкости произведена на основании ползучести образцов.

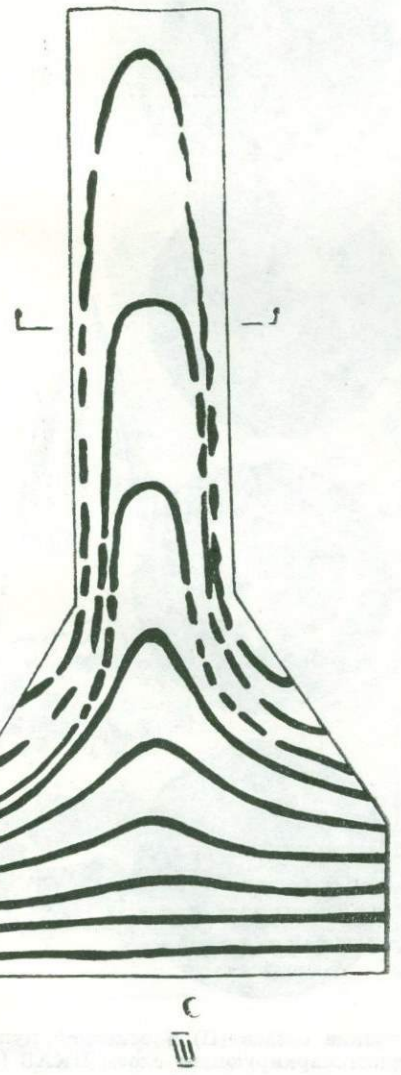
Поскольку сила тяжести заменена поверхностной силой, другие условия подобия взяты те же, что приводились ранее (Паталаха, 1970, стр. 129—131). Таким образом, опыты поставлены в сугубо идеализированных условиях и поэтому выводы из них могут иметь лишь чисто качественное значение.

Прежде всего в описываемых экспериментах воспроизведен превосходный кливаж течения — тонкое расслоение первоначально изотропного материала ПК (см. табл. 2) по сближенным плоскостям скольжения — и линейность течения в его плоскости, радиальное расположение которой в диффузоре отвечает теоретической ориентировке линий





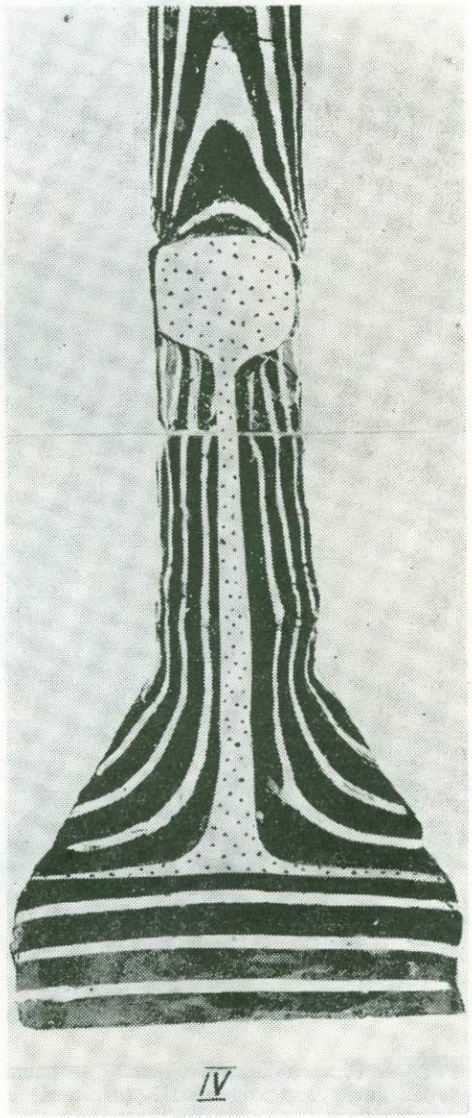
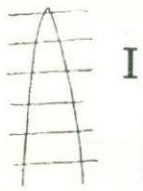




Рис. 1. **Слоисто-гетерогенная модель.** I — исходное положение слоистой пачки в пресс-диффузоре; II—IV — чередование слоев: II — ПК (темное) — ПКБ, III — ПК — ПКА (темное), IV — ПК (темное) — ПКБ, точки — слой петрола тума; *А* — продольные срезы модели; *Б* — поперечные срезы, (стрелками на *А* показан срез *Б*).



I

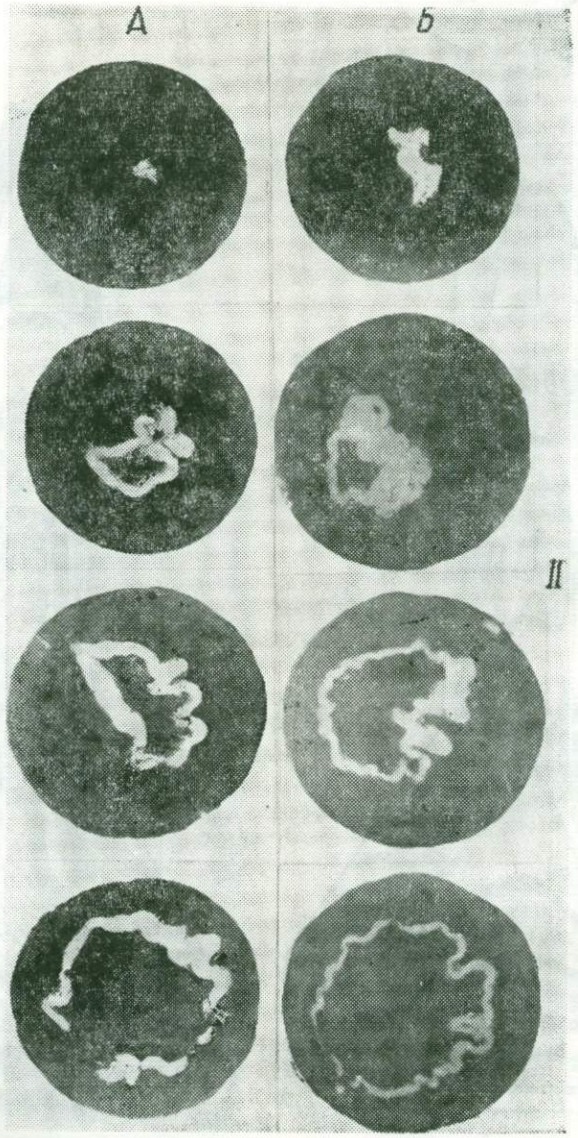
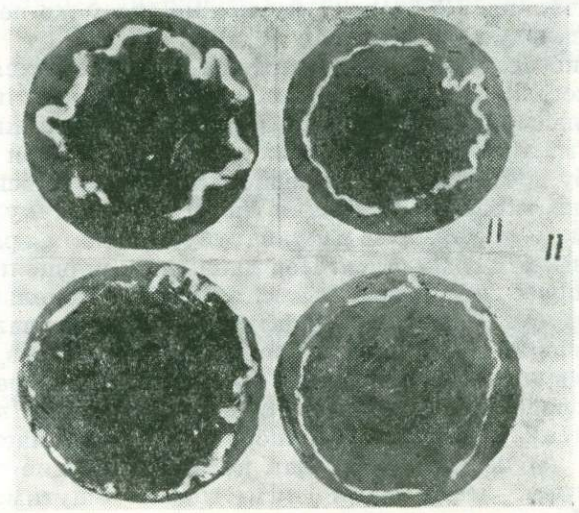
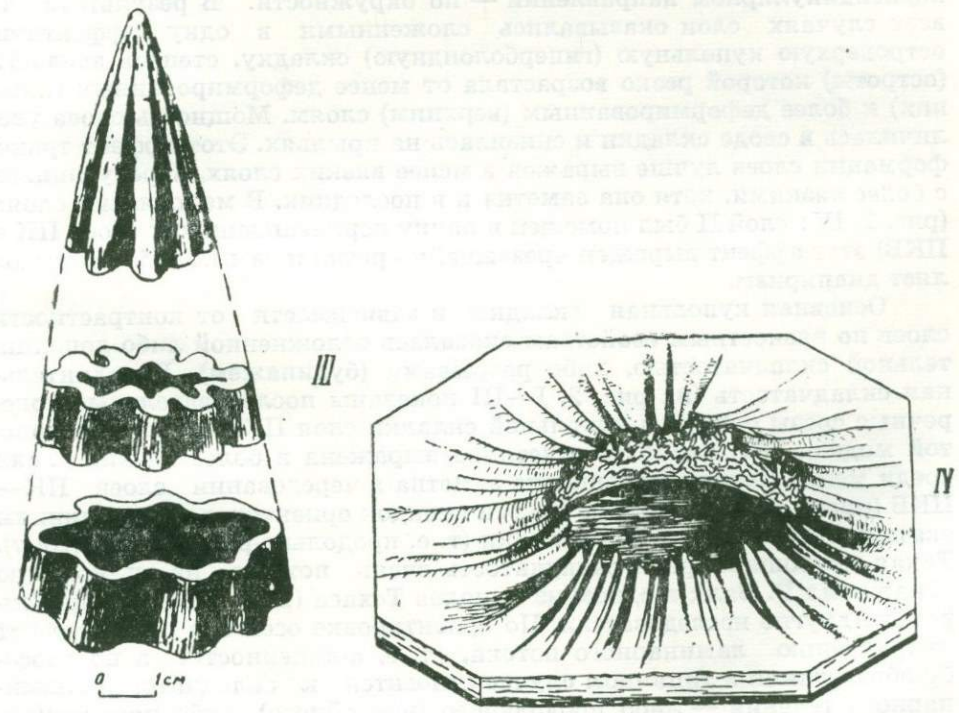



Рис. 2. **Однослойная модель.** I — расположение срезов (II) в основной купольной через диффузор модели ПК (отливка) с одним маркирующим слоем ПКАБ (белое); ной продольно-радиальной дополнительной складчатостью; IV — продольно-радиаль




складке; II — расположенные последовательно поперечные срезы продавленной III — экспериментальная основная купольная складка, осложненная крутошарнирные складки основания одного из соляных куполов штата Техас; *А* и *Б*— два опыта.

тока вязкой жидкости. В цилиндрической узкой части пресс-диффузора (на выходе из него), как и следовало ожидать, линейность приобрела ориентировку, параллельную оси цилиндра. Материалы частично опубликованы (Паталаха, 1970), поэтому можно сразу же перейти к экспериментам по складкообразованию.

Поставлено несколько серий опытов, отличающихся одна от другой контрастностью деформируемых слоев по вязкостным свойствам.

Во всех экспериментах фигурировали слои толщиной $3 \pm 0{,}5$ *мм*, состоящие из материалов, указанных в таблице 2. Слои вкладывали в широкую трубу пресс-диффузора перпендикулярно ее оси. Один из них касался кромки входного отверстия диффузора. Пачку слоев прижимали поршнем, а диффузор и узкую трубу заливали расплавленным ПК, который затем охлаждался. Под давлением поршень входил в широкую трубу пресс-диффузора, вытесняя оттуда модельный материал через узкую трубу. При этом в диффузоре устанавливался ламинарный режим течения материала с ориентировкой слоев течения, конформной геометрии диффузора, и с криволинейным распределением скоростей в поперечном сечении потока с максимумом в центре и минимумом на стенке диффузора. Полного прилипания частиц к стенкам диффузора не наблюдалось, так как контактирующие с ними концы слоев с развитием деформации испытывали ощутимое перемещение (рис. 1). По мере продвижения через диффузор слои, удлиняясь, растягивались в направлении течения и обжимались в то же время в перпендикулярном направлении — по окружности. В результате во всех случаях слои оказывались сложенными в одну эффектную островерхую купольную (гиперболоидную) складку, степень зрелости (остроты) которой резко возрастала от менее деформированных (нижних) к более деформированным (верхним) слоям. Мощность слоев увеличилась в своде складки и снизилась на крыльях. Этот эффект трансформации слоев лучше выражен в менее вязких слоях, чередующихся с более вязкими, хотя она заметна и в последних. В маловязких слоях (рис. 1, IV; слой П был помещен в пачку перемещающихся слоев ПК и ПКБ) этот эффект выражен чрезвычайно резко и сам по себе представляет диапиризм.

Основная купольная складка в зависимости от контрастности слоев по вязкостным свойствам оказалась осложненной либо дополнительной складчатостью, либо разрывами (будинажем). Дополнительная складчатость (на рис. 2, I—III показаны последовательные поперечные срезы основной купольной складки слоя ПКАБ среди неслоистой модели ПК) наиболее отчетливо выражена в более вязких слоях среди менее вязких. Меньше она заметна в чередовании слоев ПК—ПКБ (рис. 1, II). Интересно, что оси складок ориентированы по линиям ската основной купольной складки (т. е. продольно-радиально потоку). Такая крутошарнирная складчатость очень похожа на ту, которую обнаружил Р. Балк в одном из куполов Техаса (рис. 2, IV) и зафиксировали другие исследователи. По ориентировке осей она соответствует направлению ламинарного потока, т. е. *а*-линейности, а по способу образования в типичном случае относится к складчатости ламинарного течения — либо продольного (послойного), либо поперечного (осевого).

Однако в наиболее вязких и жестких слоях ПКА, чередующихся с менее вязкими слоями ПК, вместо ожидаемой дополнительной складчатости возникает эффектный будинаж (рис. 1, III). При этом растаскивание слоев наблюдается преимущественно в направлении потока, тогда как в перпендикулярной к нему плоскости будины оказались не-

сколько надвинутыми одна на другую («ломаные складки»). Форма будин близка к прямоугольной. Они ограничены разрывами, параллельными и перпендикулярными направлению потока.

Все эти соотношения в той или иной форме присущи внутренней структуре природных диапировых ядер. Применение экспериментального моделирования с помощью пресс-диффузора открывает новые возможности для углубленного изучения условий их возникновения.

## ЛИТЕРАТУРА

Белоусов В. В. Общая геотектоника. М., Госгеолтехиздат, 1962.

Долгих С. А. — «Советская геология», 1962, № 6.

Долгих С. А., Ошакпаев Т. А. — В сб.: «Материалы по петрографии, геофизике и полезным ископаемым Казахстана». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1963.

Китык В. И. Условия образования соляных структур. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Косыгин Ю. А. Типы соляных структур платформенных и геосинклинальных областей. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Паталаха Е. И. Механизм возникновения структур течения в зонах смятия. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1970.

Balk R. — «Bull. AAPG», vol. 33, 1949.

УДК 551.247.035(574.12)

# МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ ЮГО-ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*М. В. ГОРФУНКЕЛЬ, Г. И. СЛЕПАКОВА*
*(Ленинград, ВНИГРИ)*

С целью сравнительного тектонического анализа нами рассмотрены Прикаспийская, Чу-Сарысуйская и Амударьинская солянокупольные области. Они различаются возрастом платформенного основания, возрастом и мощностью соленосных толщ, мощностями надсолевого покрова. Эти особенности накладывают отпечаток на характер проявления соляной тектоники, на типы возникших здесь локальных соляных структур.

Большую роль в формировании локальных солянокупольных структур играют различия в характере и активности дислокаций складчатого фундамента и подсолевых отложений, в мощности и составе соленосных толщ. Так, в Прикаспийской впадине галогенные образования нижнепермского возраста сложены мощной толщей чистого галита с довольно редкими прослоями сульфатов и терригенных пород. Соляные купола здесь многочисленны (более 1000) и достигают больших размеров. В Чу-Сарысуйской впадине соляная толща верхнедевонского возраста имеет меньшую мощность (до 600 *м*) и содержит гораздо меньший процент галогенных пород. Соляные купола в ней сравнительно небольших размеров, распространены неповсеместно. В Юго-Восточной Туркмении верхнеюрская соленосная толща имеет мощность 1000 *м* и развита она на площади почти всей Амударьинской синеклизы. Однако соляные структуры приурочены лишь к узкой зоне вдоль Репетекского разлома фундамента, устанавливаемого по геофизическим данным.

Для Прикаспийской впадины характерно то, что значительная часть соляных куполов отвечала повышенной активностью на интенсивные региональные движения. Это фиксируется резким уменьшением к сводам куполов мощностей соответствующих стратиграфических комплексов или даже их полным выпадением из разреза. Однако зависимость роста куполов от тектонических движений достаточно сложна. В частности, наибольшую активность на недавних этапах развития проявили купола центральных частей Урало-Волжского междуречья. На некоторых из них, наиболее изученных (Болганмола, Ащекудук и др.), фиксируются подъемы и в мезозойское время. На многих структурах соляные породы залегают непосредственно под отложениями плиоцена или перекрыты маломощным покровом мезозоя. В южной, приморской зоне междуречья в сводах куполов сохраняются еще значительные мощности надсолевых пород, т. е. активность куполов в неогене была ниже, несмотря на большую их близость к складчатым сооружениям Кавказа.

В юго-восточной части впадины также имеются определенные различия в активности куполов. Несмотря на лучшую изученность, мало что можно сказать о позднепермском этапе их жизни. Имеющиеся материалы дают возможность утверждать только, что зарождение куполов и их первые (вероятно, самые интенсивные) подъемы произошли еще до триаса. В мезозое большая часть куполов восточной и юго-восточной прибортовой зон впадины испытывала лишь малоамплитудные, хотя и достоверно фиксируемые подъемы. В это же время купола центральных частей Южной и Северной Эмбы активно развивались. В какой-то мере, очевидно, это объясняется различием в мощностях и литологическом составе соленосной толщи: мощность ее в краевых частях сильно убывает, процент галита также уменьшается, зато возрастает количество гипса и ангидрита. Однако целиком такие различия нельзя объяснить только разницей в мощностях соли, так как, например, в мезозое активность роста куполов, измеренная по их способности образовывать сбросы в надсолевом комплексе, после определенного максимума начинает убывать к северу, к центру впадины, тогда как мощность соли в том же направлении возрастает. Проведенная нами количественная интерпретация данных гравиметрии для юго-востока Прикаспийской впадины позволила установить, что первоначальная мощность соли, сосредоточенной ныне в штоках соляных куполов, превышала на отдельных участках три и даже четыре тысячи метров.

Что же общего в упомянутых солянокупольных регионах в смысле развития соляного тектогенеза? Активное погружение и накопление мощных толщ надсолевых пород; интенсивная дислоцированность фундамента и подсолевого основания системами нарушений, главным образом разрывных; пространственная и причинная связь локальных соляных структур и их групп с зонами нарушений в подсолевом основании; наличие в разрезе достаточно мощной соляной толщи.

По нашему мнению, для названных регионов сходен и механизм формирования локальных соляных структур. При рассмотрении этого механизма мы исходим из действия регионально-тектонических и гравитационных сил. Говоря о регионально-тектонических силах, мы имеем в виду дифференцированные вертикальные движения участков подсолевого ложа. Тангенциальные сжимающие усилия, на наш взгляд, не играли существенной роли при формировании соляных структур. Исключение составляет, возможно, восточная окраина Прикаспийской впадины. Может быть, определенную роль тангенциальное сжатие сыграло и в Чу-Сарысуйской впадине. Однако основное значение имели все же движения радиального направления.

Как известно, основные гипотезы солянокупольной тектоники отличаются по оценке главной роли в этом процессе либо гравитационной нагрузки надсолевых пород, либо региональных тектонических движений. Изучение опубликованного и фондового материала по Прикаспийской, Днепровско-Донецкой, Польско-Германской и другим впадинам привело нас к выводу о невозможности примирить фактический материал с какой-либо одной из этих гипотез. Вместе с тем влияние того и другого фактора на рост соляных куполов может быть установлено достаточно достоверно.

Для ряда солянокупольных областей (Днепровско-Донецкая и Польско-Германская впадины, Кантабрийский бассейн и др.) доказан факт медленного непрерывного роста куполов в ходе регионального погружения. Аналогичное явление давно известно для отдельных структур и в Прикаспийской впадине. Оно было показано нами (Айзенштадт, Горфункель, 1966) на многих примерах. Выявилось, что во вре-

мя региональных погружений Прикаспийской впадины (в юрскую и меловую эпохи) купола развивались. Характер их подъема не во всех случаях определен точно, но тогда, когда это сделано, видно, что он был непрерывным конседиментационным. Амплитуды таких подъемов обычно не превышают 10—15% величины регионального погружения.

Одно из возможных объяснений этого явления состоит в том, что одновременно с региональным опусканием всей территории поднимались участки подсолевого основания под куполами.

Дифференцированный характер опускания впадины не вызывает у нас сомнения, однако высказанное предположение противоречиво. Принять его — означало бы поверить, что территория может в одно и то же время подниматься и погружаться. А предполагать наличие шарнирных погружений всех или почти всех блоков фундамента пока нет оснований. Кстати, даже и эти допущения не исключают необходимости в гравитационной нагрузке. На этом мы остановимся ниже.

По нашему мнению, наиболее правдоподобным объяснением роста куполов является то, что он вызван давлением толщ надсолевых пород. Давление это непрерывно (и в ходе региональных подъемов, и в ходе погружений). Оно должно вызывать медленный и непрерывный переток более легкой соли в ослабленные зоны под действием изостатической силы.

Таким образом, в разрезах многих куполов Прикаспия непрерывное уменьшение мощностей всех стратиграфических комплексов к их сводам мы рассматриваем как доказательство того, что гравитационная нагрузка участвует в формировании этих структур.

Вместе с тем материал по целому ряду солянокупольных областей убедительно свидетельствует об участии в соляной тектонике региональных движений. Для Прикаспийской впадины подъемы куполов, синхронные с большинством фаз, например, на Кавказе, известны уже давно. В. Е. Руженцев еще в 1930 г. выделил так называемую «эмбенскую»— предаптскую — фазу подъема куполов. Объяснить такие «скачкообразные», да еще одновременные на многих куполах подъемы гипотетическими этапами внезапной разгрузки накопившихся в соли напряжений не удается, так как соль по своим физическим особенностям не способна на протяжении геологических отрезков времени накапливать напряжения. Подъемы эти, вне всякого сомнения, вызваны регионально-тектоническими процессами. Г. Штилле в 1911 г. установил в Северо-Германском бассейне ряд синхронных и быстрых (в геологическом понимании) подъемов на соляных куполах. Он справедливо связал их с воздействием тектонических движений в сопредельных складчатых районах («фазы куполообразования»).

Как видно, в геологическом строении куполов удается обнаружить влияние как гравитационной нагрузки, так и регионально-тектонических движений. Можно ли объяснить формирование соляных куполов действием лишь одного какого-либо из этих двух факторов — гравитационного или регионально-тектонического?

На возможности формирования соляных куполов под действием только гравитационных сил настаивал целый ряд исследователей. При этом предполагалось, что толщи пород ведут себя на протяжении геологических отрезков времени подобно вязким жидкостям. Система соль — перекрывающие толщи находится в состоянии неустойчивого равновесия. Однако соль в толще надсолевых пород в принципе не «всплывает», а воздействие изостазии имеет ограниченные масштабы: энергии, связанной с различием в удельных весах соли и ее покрова, недостаточно для преодоления всех возникающих сопротивлений. Эта

энергия может лишь способствовать формированию соляных структур, но не вызовет самостоятельность процесса.

Возможно, соляные купола возникают без участия гравитационного давления? В пользу такого предположения также имеется ряд высказываний.

Известно, что никакое напряжение не приведет к деформации, если отсутствует сопротивление действию этого напряжения. В рассматриваемом случае в качестве такого сопротивления принимаются прочность на разрыв и изгиб пластов надсолевых пород. Надсолевой комплекс на юго-востоке Прикаспийской впадины интенсивно нарушен разрывами (до 200—300 *пог. км* сбросов, замеренных по поверхности). Так как сбросы на соляных куполах Прикаспия имеют унаследованный характер и постоянно обновлялись, по крайней мере с триаса (Айзенштадт, Антонов, 1963), то надсолевой комплекс оказывается разбитым на большое число блоков разной величины, слабо связанных друг с другом и неспособных выполнять роль механического сопротивления («упора») для поднимающихся блоков основания. Следовательно, и соляные купола не могут возникать указанным способом.

Однако в качестве необходимого для роста соляных штоков сопротивления может выступать тяжесть надсолевых пород, присутствующая постоянно и не зависящая от степени их нарушенности. Разумеется, какую-то роль играют механическая прочность тех осадков, которые отложились над сбросами, но еще не нарушены ими, и трение между блоками надсолевых пород в зонах разрывов. Но эти факторы действуют наряду с гравитационным давлением, а не помимо его, и в количественном отношении их значение невелико. Вероятно, на их долю приходится в среднем около 10% всей участвующей в процессе энергии и не более 50% ее.

Таким образом, процесс формирования соляных куполов протекает при участии как регионально-тектонического, так и гравитационного фактора.

В результате дифференцированных движений блоков кристаллического фундамента солянокупольной области в подсолевых породах возникают сбросы, флексуры или антиклинали. Эти структуры в ходе формирования давят на соль, а через нее — на надсолевые толщи (Айзенштадт, Горфункель, 1966), вызывая образование в них зон разрывов (ослабленных зон). О способности соли передавать напряжения свидетельствует, в частности, характер ориентировки сбросов на куполах.

В распределении ориентировок сбросовых нарушений на куполах Южной и Северной Эмбы наблюдаются такие особенности. В восточной и северо-восточной частях района резко преобладают нарушения северо-восточного простирания с однообразными азимутами — СВ $50\pm10°$. Вдоль восточного обрамления впадины увеличивается доля субмеридиональных нарушений — от 0 до 20°. Фиксируются и северо-западные направления, но они имеют явно подчиненный характер.

В средней части исследованной территории характер нарушенности существенно меняется. Появляются четко выраженные северо-западные ориентировки с азимутами СЗ $320\pm10°$. Нарушения северо-восточного простирания тоже очень значительны, но они не так ясно выражены.

В южной и юго-западной частях района снова возрастает роль северо-восточных направлений, создающих довольно четкие максимумы с азимутами СВ 30—50°. Северо-западных ориентировок здесь также

много, но они отчетливо не выделяются и образуют широкую группу, сливающуюся с субширотными направлениями.

Устанавливаемый характер распределения сбросов сходен с региональными направлениями, отмечаемыми на Русской платформе и в подсолевом комплексе. Он может быть объяснен только тем, что соль передает вышележащим толщам напряжения от подсолевых блоков. Под действием продолжающихся движений участков кристаллического фундамента (и подсолевого ложа) соль пластически деформируется и выдавливается в ослабленные зоны, формируя соляные штоки. Движущиеся участки подсолевого основания при этом играют роль «поршней», сообщая соли основную часть энергии движения. Надсолевые толщи выступают в роли сопротивления («упора»), причем главным образом за счет своей тяжести, а не механической прочности, значение которой в создании сопротивления составляет в среднем около 10% от общей энергии сопротивления (но не подъема соли вообще, совершающегося преимущественно за счет энергии движущихся блоков фундамента и в незначительной степени — под влиянием изостатического фактора).

## ЛИТЕРАТУРА

Авров В. Я. — «Докл. АН СССР», 1951, т. XXXVII, № 4.

Айзенштадт Г. Е.-А. — Труды ВНИГРИ, вып. 126, 1958.

Айзенштадт Г. Е.-А., Антонов К. В. Формирование соляных куполов: залежей нефти Южной Эмбы. Труды ВНИГРИ, вып. 207, 1963.

Айзенштадт Г. Е.-А., Горфункель М. В. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Китык В. И. — «Советская геология», 1965, № 2.

Косыгин Ю. А. Соляная тектоника платформенных областей. М.—Л., 1950.

Руженцев В. Е. — «Бюллетень МОИП», 1930, № 1, 2.

УДК 551.247.001.11

# К ВОПРОСУ ТЕОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР

*А. А. МАРТЫНОВ, А. И. СЕРОВ*

*(Чернигов, Черниговская экспедиция УкрНИГРИ)*

В формировании структурных этажей районов распространения соленосных отложений решающую роль играет соляной тектогенез, познание которого является одной из трудоемких задач современной геологии.

В настоящей работе излагается попытка установить физические и геологические предпосылки теории соляного тектогенеза. Это решение основано на идеях М. М. Тетяева о сути складчатого процесса как следствия вертикальных тектонических движений и реакции на них вещества Земли. Оно затрагивает общие процессы структурных изменений земной коры, в которых соляной тектогенез — только частная закономерность.

Согласно предлагаемому решению, причиной структурной перестройки осадочной толщи является преобразование недифференцированных тектонических движений в дифференцированные в результате закономерных изменений геодинамических напряжений в момент действия тектонических сил.

Напряжение в каждой точке разреза земной коры в ее статическом состоянии — это функция мощности пород, их строения, физических особенностей. Оно выражается известной в горном деле формулой А. Н. Динника для определения напряжения в данной точке ненарушенного массива:

$$R_c = \frac{\nu}{1-\nu}\gamma H - \sigma_n \operatorname{tg}\rho - C, \qquad (1)$$

где $\nu$ — коэффициент Пуассона;
$\gamma$ — плотность пород;
$H$ — глубина залегания точки в разрезе;
$\sigma_n$ — напряжение сдвига;
$\rho$ — угол сдвига;
$C$ — сила внутреннего сцепления пород.

Поверхности равных напряжений располагаются очень сложно, отражая эту функциональную зависимость. На границе раздела между породами различной степени консолидации в момент тектонического движения положительного знака точки этой поверхности, имеющие наименьшее напряжение, приобретут наибольшую скорость движения, так как при равном значении векторов сил количество движения обратно пропорционально напряжению. Это обусловливает преобразование недифференцированных движений в дифференцированные и возникновение структурных форм.

Если в разрезе имеется солевое тело (самые благоприятные условия с точки зрения гравитационной теории соляного тектогенеза — соль находится в состоянии, близком к вязким жидкостям, а надсолевые породы имеют большие перепады мощностей), то в момент тектонического равновесия оно испытывает одинаковое напряжение, в каждой своей точке соответствующее наибольшему напряжению подсолевых пород и рассчитанное по формуле (1). Давление же надсолевых пород на соляное тело будет меньше веса этих пород на величину $\sigma_n \operatorname{tg} \rho + C$, определяющую прочность пород. Как велики силы внутреннего сцепления, обусловливающие прочность, можно судить по тому, что выемка в горных породах на глубине в несколько сот метров может стоять без крепления и не обрушиться, т. е. силы внутреннего сцепления пород здесь превышают их вес.

Для того чтобы соль образовала в этих условиях положительную структуру, ей нужно преодолеть силу сопротивления надсолевых отложений их поднятию, которая определится по формуле

$$R_g = \frac{\nu}{1-\nu} \gamma H + \sigma_n \operatorname{tg} \rho + C,$$

т. е. необходимо затратить энергию, превышающую давление на соляное тело на величину $2(\sigma_n \operatorname{tg}\rho + C)$. Отсюда следует, что независимо от характера строения осадочной толщи соль не может прийти в движение под влиянием гравитационных сил. Необходимое для этого напряжение соль приобретает только при тектоническом движении положительного знака. В этом случае она приведет в движение надсолевой пласт в самом слабом его месте, все же остальные точки надсолевого пласта будут находиться в состоянии покоя. И напротив, все точки подсолевого пласта — в движении, за исключением тех, которые расположены под деформируемой поверхностью надсолевого пласта. Такой процесс будет продолжаться до тех пор, пока соль не выжмется, а подсолевой пласт не соприкоснется с надсолевым, и их движение станет синхронным.

Если же под действием тектонических сил соляной шток будет выведен на такой уровень, когда давление надсолевых пород на соль, питающую его в околоштоковой части, превысит давление надсолевых пород непосредственно над штоком больше чем на величину $2(\sigma_n \operatorname{tg}\rho + C)$, и действие тектонических сил прекратится, то дальнейший рост штока в таких условиях может продолжаться уже под влиянием только гравитационных сил.

Таким образом, в основе динамики соляного тектогенеза лежат силы, вызванные энергией тектонического процесса. Вектор их вертикальный, и прилагаются они снизу вверх.

Давление надсолевой толщи и ее прочность могут рассматриваться в этом процессе только как сопротивление тектоническим силам и играют роль упругой пластины (имеющей в разных местах различную прочность), о которую под действием тектонических сил раздавливается соляное тело.

Из всего сказанного выше следует:

1. Соляной тектогенез — это изменяющийся во времени активный процесс, вызванный тектоническими силами. Различная способность вмещающих соль пород сопротивляться действию тектонических сил вызывает изменение напряжений в осадочной толще, которые приводят соль в движение.

2. Соляной тектогенез возникает благодаря способности соли при определенных условиях передавать и перераспределять напряжения как пластическое тело, близкое по своим свойствам к жидкостям.

3. Силы внутреннего сцепления в перекрывающих соль породах играют такую же важную роль в соляном тектогенезе, как их вес.

4. Мощность соли не влияет на течение процесса соляного тектогенеза. Она определяет только масштаб этого явления. Чем больше мощность соли, тем больше масштаб соляного тектогенеза и сильнее перестройка структурного плана надсолевых отложений.

5. Глубина залегания соли имеет большое, но не решающее значение в соляном тектогенезе. В статическом состоянии системы соль — вмещающая порода имеется прямая зависимость пластического состояния соли от глубины. В динамическом состоянии этой системы в соли возникают большие напряжения при незначительной глубине (порядка 500 *м*), что приводит соль в пластическое состояние.

6. При наличии двух соленосных формаций или двух солевых толщ одной формации, разделенных мощными межсолевыми отложениями, соляные структуры нижней соли определят соляной тектогенез верхней соли. Структуры двух соленосных формаций будут построены дисгармонично.

7. Соляной тектогенез не проявляется во время опускания региона.

УДК 551.247.03

# О ДВУХ ОСНОВНЫХ ФАКТОРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ФОРМИРОВАНИЕ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР

*И. Г. БАРАНОВ, А. Я. ЛАРЧЕНКОВ, В. И. ХНЫКИН*
*(Чернигов, Черниговская экспедиция УкрНИГРИ)*

Солянокупольные области приурочены к передовым прогибам, межгорным и платформенным впадинам, периферическим частям складчатых систем и авлакогенам. Однако независимо от природы региона существование его обязано действию общетектонических процессов. Для того чтобы убедиться в значении, например, региональной складчатости или тектонической активности подсолевого ложа (фундамента) для проявления соляной тектоники, необходимо рассматривать этот вопрос в аспекте исторического развития данной солянокупольной области. И это естественно, так как в большинстве случаев осадочный комплекс, который составляет структурные этажи, характеризуется постепенным затуханием интенсивности складчатости снизу вверх: часто резко выраженные складки по нижним этажам весьма нечетки и расплывчаты по верхним осадочным комплексам. К тому же на эти расплывчатые структуры накладывается влияние соляной тектоники, усугубляющее ложное впечатление об автономности развития соляных структур, независимости их от общих тектонических процессов.

Такую картину можно наблюдать в Прикаспийской, Польско-Германской впадинах, Голф Косте и даже в некоторых частях такого региона, как Днепровско-Донецкая впадина, где четко наблюдается северо-западное простирание структурных зон.

В настоящее время сейсморазведкой и глубоким разведочным бурением последовательно устанавливается пространственная взаимосвязь между соляными куполами и нарушениями в подсолевом ложе (или кристаллическом фундаменте). Так, например, на сейсмическом профиле МРНП Караул-Кельды — Алибек-Мола (Прикаспийская впадина) обнаружено, что соляные купола приурочены либо к разломам, либо к поднятиям подсолевого ложа (Знаменский, Погребинский, 1966). Такая же взаимосвязь наблюдается в Припятском прогибе и Юго-Восточной Туркмении, а также в Днепровско-Донецкой впадине (Исачковско-Ромодановское, Великозагоровское, Краснопартизанское и другие солянокупольные поднятия).

В результате исследований за последние годы был сделан вывод о том, что осадочный комплекс Днепровско-Донецкого грабена и зон краевых дислокаций, собранный в ориентированные складки, характеризующиеся в основном унаследованным поэтапным строением сверху вниз — от куполовидных до антиклинальных, образует систему линейных структурных зон северо-западного простирания, которым, вероятно, соответствуют разломы докембрийского фундамента и к которым приурочены соляные штоки.

О линейных закономерностях пространственного размещения солянокупольных структур в депрессионных частях регионов можно

говорить исходя из принципа генетического единства крупных тектонических элементов и локальных структур. Так, если в краевых частях солянокупольных регионов по верхним горизонтам сохраняются основные признаки линейного простирания структур, которые, в свою очередь, свидетельствуют о генетической связи последних с тектоническими процессами, то нет никакого основания считать, что при постепенном погружении кристаллического фундамента к центру депрессии эти процессы затухали. Скорее всего интенсивность их увеличивалась, способствуя процессам соляной тектоники, которая затушевывала линейные закономерности в расположении складок по верхним комплексам в центральных частях депрессий, где мощность надсолевого комплекса во много раз больше, чем на периферии региона.

Таким образом, становится очевидным, что общетектонические процессы и проявления соляной тектоники взаимосвязаны, причем вторые зависят от первых.

Однако в любом геологическом регионе проявления соляной тектоники возможны лишь в случае достаточных мощностей соленосных толщ и особенно надсолевых отложений; последнее условие необходимо для создания достаточного давления на соленосную толщу, при котором соль переходит в пластическое состояние и течет по пласту в зоны меньших давлений.

Мощность надсолевых отложений, создающая «критическое» давление на соляной пласт, непостоянна и зависит от природы того или иного региона, плотности осадков, мощности соляной толщи, взаимоотношения в ней соляных и терригенно-карбонатных прослоев.

Судя по имеющимся данным, процессы соляной тектоники в ярко выраженных складчатых регионах, таких, как Трансильванская впадина, Таджикская депрессия, Предуральский и Предзагросский прогибы, возможны при малых мощностях надсолевых осадков в результате напряжений, создаваемых тангенциальными усилиями. В платформенных же областях (Голф Кост, Прикаспийская впадина, Юго-Восточная Туркмения и др.) локальные поднятия возникли главным образом в результате вертикальных тектонических движений. Основной силой, предопределяющей движение соли, было давление подсолевых отложений. В условиях этих регионов для течения соли и образования соляных куполов мощность надсолевой толщи должна быть значительной. На периферии платформенных солянокупольных областей из-за недостатка мощностей надсолевых осадков соляная тектоника в большинстве случаев выражается зачаточными или слаборазвитыми формами соляных куполов, тогда как в центральных частях этих же регионов, где мощность надсолевых осадков большая, соляные купола прекрасно выражены и представляют собой уже характерные штоки.

Кроме того, значение нагрузки надсолевых отложений нельзя отрицать хотя бы потому, что соляные массы, залегающие вблизи дневной поверхности, остаются в пластовом состоянии, несмотря на общую дислоцированность осадочного комплекса и достаточную мощность соленосной толщи.

Сведения о влиянии нагрузки надсолевых отложений на состояние пластовой соли можно получить из материалов по бурению структурно-поисковых и разведочных скважин в районах развития соленосных толщ.

Возьмем для примера два района — Куйбышевское Заволжье и Юго-Восточную Туркмению. В первом глубина залегания нижнепермской галогенной формации не превышает 1000 *м*, и при разбуривании ее, как правило, не возникает каких-либо осложнений, связанных с те-

чением (выдавливанием) соли. В Юго-Восточной Туркмении, где соленосные толщи залегают на глубине свыше 2000 *м*, уже заметны явления, которые указывают на процессы течения соли. В 1965 г. В. Я. Соколов привел весьма любопытные данные по скважине 16, расположенной на площади Фараб. «18 января 1963 года,— пишет он,— после вскрытия солевой толщи в интервале 2060—2327 *м* скважина была прокаротирована. Кавернометрия показала, что в интервале 2060—2233 *м* (верхняя пачка солей) диаметр скважины равен 49—52 *см*, в интервале залегания пласта ангидрита (2233—2267 *м*) диаметр близок к номинальному, а в интервале 2267—2327 *м* (в нижней пачке солей) составил 35—37 *см*. 16 апреля, т. е. спустя три месяца, после углубления скважин в подсолевые известняки был проведен повторный каротаж. Казалось бы, что длительное растворение солей приведет к дальнейшему увеличению ствола скважины. Действительно, в интервале 2060—2147 *м* диаметр ствола достигал 63—67 *см*, однако ниже глубины 2168 *м*, т. е. в пределах верхней пачки солей, диаметр мало изменился, а в интервале 2153—2165 *м* ствол скважины сузился сравнительно с январским замером до 43—45 *см*. Небольшое сужение отмечается также в интервале 2267—2270 *м*, т. е. сразу под пластом ангидрита».

В. Я. Соколов отмечает далее смятие колонны на глубине 2153—2165 *м*, т. е. там, где кавернометрией прежде устанавливалось сужение ствола скважины. В скважине 18 (на той же площади Фараб) на глубине 2450 *м* произошел обрыв колонны, вызванный боковым давлением (течением соли). Смятие обсадной колонны в скважинах 7 и 16 связано с 80-метровой, а в скважине 1 (площадь Саман-Тепе) на глубине 2300 *м* — с 30-метровой пачкой соли.

В Юго-Восточной Туркмении на структурах Фараб, Репетек и Саман-Тепе подобные явления, вызванные отжатием соли из пласта в скважину, наблюдались в шести пробуренных скважинах (данные за 1965 г.).

Смятие и обрыв колонн неоднократно отмечались и в Днепровско-Донецкой впадине (например, на Монастырищенской, Лысогоровской и многих других площадях) в пределах соляной нижнепермской толщи, залегающей на глубине свыше 2000 *м*. Когда же эта толща находится неглубоко, таких процессов, как правило, не бывает.

Аналогичные примеры осложнений, связанных с течением соли, встречаются и в других регионах, охваченных соляной тектоникой. Они говорят о том, что прошедшая мощный надсолевой комплекс и толщу соли скважина нарушает равновесие, т. е. сбрасывает давление в данной точке на соляной пласт, и соль под влиянием нагрузки пород начинает течь в скважину, несмотря на значительное (но все-таки меньшее, чем давление пород) сопротивление, создаваемое столбом бурового раствора или колонной.

Любопытен в этом отношении профиль через соляные купола Ходжана и Канский (Гаурдакский район Узбекистана). На этом профиле прослеживается увеличивающийся в мощности по мере приближения к дневной поверхности пласт соли, что, безусловно, объясняется выдавливанием ее надсолевой толщей, перекрывающей соленосный пласт в Байсунской впадине.

Однако наиболее убедительным подтверждением большого влияния давления перекрывающих соленосную толщу осадков на формирование соляных куполов являются компенсационные прогибы и мульды, приуроченные к соляным штокам, и особенно межкупольные обращенные структуры типа «щита черепахи» (Trusheim, 1957). Образование

последних обусловлено последовательным перемещением соли из межкупольных зон, а затем из приштоковых участков и компенсацией этого выжимания осадконакоплением (Ларченков, 1968; Trusheim, 1957). Рассматривая межкупольные зоны совместно с соляными куполами, можно наблюдать миграцию мульд и обращенных поднятий от центра межкупольных зон к соляным куполам. Все эти данные свидетельствуют также о росте соляных куполов в эпохи осадконакопления, или в эпохи региональных погружений региона.

Весьма сложный вопрос определения мощности осадков, обусловливающих переход соли в пластическое состояние и ее течение в области меньших нагрузок, т. е. той критической мощности, после накопления которой проявляется первый этап соляного тектогенеза.

По экспериментальным данным, первые движения в каменной соли возникают при нагрузке 0,6—0,9 *кг/мм*$^2$. По данным С. А. Долгих за 1963 г., первые перемещения соли в куполах Прикаспия происходят при давлении 1,5—2 *кг/мм*$^2$, т. е. при мощности осадков в 500—750 *м*. Круссат заплывание шахт и выработок в Эльзасе наблюдал, например, на глубине 700 *м* и более.

Анализ характера залегания надсолевых толщ в межкупольных зонах на различных сейсмогеологических профилях (Trusheim, 1960) позволяет сделать вывод о том, что течение соли к куполам началось после накопления мощности осадков над цехштейновой галогенной толщей в 1200—1500 *м*. Примерно при такой же мощности, судя по межкупольной зоне у соляного купола Кенкияк, совершились первые перемещения соли в Прикаспийской впадине.

Если проанализировать мощности осадков над куполами и в межкупольных зонах Днепровско-Донецкой впадины, то можно заметить, что мощность межсолевых отложений, перекрывающих нижнюю * соль, достигает 2500 *м*. Принимая во внимание, что при этой мощности нижняя соль уже активно участвовала в соляной тектонике, можно сказать, что течение ее определялось «критической» нагрузкой осадков мощностью 1500—2000 *м* (над центральными частями межкупольных зон). В присводовых частях куполов эта нагрузка должна была быть гораздо больше, так как вектор давления осадков, направленный вертикально вниз, на наклонной поверхности разлагается на два составляющих, один из которых направлен к центру соляного ядра, а второй — по касательной к его поверхности в сторону межкупольной зоны.

По-видимому, для каждого региона «критическое» давление (или «критическая» мощность надсолевых осадков) определяется не только плотностью пород, слагающих надсолевой комплекс, характером соляного пласта (его мощностью, переслаиванием с внутрисолевыми пропластками), но и геотермическим градиентом данного региона.

| Порода | Нагрузка, необходимая для истечения через щель, *кг/мм*$^2$ | |
|---|---|---|
| | при 20° | при 100° |
| Галит | 78 | 61 |
| Сильвин | 57 | 44 |
| Карналлит | 30 | 6,5 |

Так, А. Геллер (Geller, 1927) установил, что величина нагрузки для истечения галита, сильвина и карналлита зависит от температуры (табл.).

* В формировании соляных куполов Днепровско-Донецкой впадины участвуют две девонские соленосные толщи.

Все изложенные выше данные свидетельствуют о зависимости формирования солянокупольных структур от общетектонических процессов, определяющих развитие и структуру региона в целом, и давление надсолевых отложений на галогенные толщи, или образование соляных куполов, обусловлено тектоническим и гравитационным факторами. При этом с тектоническим фактором мы связываем не только региональные подъемы территории, которые, сопровождаясь складчатыми процессами, приводили к смятию осадочного чехла, нарушению сплошности слоев и размыву надсолевых толщ в своде соляных куполов, вплоть до соляного ядра, но и региональные прогибания, обусловливавшие накопление надсолевых осадков и действие гравитационного фактора, определяющего последовательное выдавливание соли из погруженных участков в приподнятые. Следовательно, когда мы говорим о решающей роли гравитационного фактора в образовании соляных куполов (Ларченков, Хныкин, 1968), мы принимаем его как результат тектонических движений отрицательного знака, формировавших данный солянокупольный регион.

## ЛИТЕРАТУРА

Анцупов П. В., Буялов Н. И., Газян Г. С. и др. — В сб.: «Тематические научно-технические обзоры». М., ВНИИОЭНГ, 1966.

Гапеев В. В., Гейман Б. М. — «Советская геология», 1963, № 10.

Знаменский В. В., Погребинский С. А. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1966, № 9.

Ларченков А. Я.— «Нефтегазовая геология и геофизика», 1968, № 13.

Ларченков А. Я., Хныкин В. И. — В кн.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений солянокупольных областей». М., изд. МИНХ и ГП, 1968.

Geller A. — Zeitschr. f. Kristallogr., B., 60, 1927.

Trusheim F. — Zeitschr. d. deutsch geol. Ges., B., 109, 1957.

Trusheim F. — «Bull. AAPG», 1960, vol. 44, № 9.

УДК 551.247.03

# ВНУТРЕННЯЯ ТЕКТОНИКА СОЛИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЛЯНОЙ ТЕКТОНИКИ

*Т. А. ОШАКПАЕВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Рассматриваемые здесь вопросы представляют большой интерес и ранее обсуждались в той или иной степени в работах Ю. А. Косыгина (1950 и др.), В. И. Китыка (1963). И все-таки они еще остались слабо изученными и теоретически далеко не разработанными. Наличие многочисленных, крайне противоречивых гипотез по соляной тектонике обусловлено прежде всего пробелами наших познаний в области внутренней тектоники соли: физической сущности и закономерностей деформации компонентов каменной соли в естественных условиях, механизма ее складкообразования и особенностей формирования внутренних структур соляных куполов, а в целом — динамико-кинематических условий их проявления.

В ряду этих проблем важное место занимает вопрос о механизме деформации кристаллов каменной соли. Согласно существующей точке зрения, соль течет пластически. Однако автор этих строк в результате многолетних исследований внутренней тектоники солянокупольных структур Прикаспийской впадины с применением методов микроструктурного анализа и теоретических обобщений пришел к противоположному выводу: деформация кристаллов каменной соли в естественных условиях происходит не путем пластического течения, а *катакластически,* т. е. вследствие хрупкого скалывания и интрагранулярного скольжения образующихся при этом кластических (дробленых) зерен галита (Ошакпаев, 1966).

Механизм кластической (или хрупкой) деформации заключается в том, что отдельно взятый первичный кубический кристалл галита размером, допустим, 1 *см* распадается на части, образуя десятки и даже сотни самостоятельных кристаллитов, точнее, зерен галита, чаще всего удлиненной формы.

Детальный анализ внутренней тектоники соли устанавливает определенные закономерности деформации компонентов каменной соли и специфические особенности механизма ее складкообразования (Ошакпаев, 1971).

Так, например, удлинение зерен галита имеет строгую пространственную ориентировку, согласную с осями несущих соляных складок, т. е. отвечает типу *b*-линейности. Линейность ориентировки зерен галита, обусловленная хрупкой деформацией, это результат суммарного выражения различных систем микротрещин скалывания, взаимодействие которых вследствие влияния определенных полей напряжений выражается в соотношениях, обеспечивающих преимущественное скалывание зерен в направлении, параллельном *B*-оси складки. Удлиненная форма зерен галита, равно как и их пространственная ориентировка

параллельно осям складок, не зависит от каких-либо кристаллографических положений кристаллов каменной соли, т. е. хрупкодеформированные зерна галита не имеют *преимущественной* кристаллографической ориентации. В этой связи необходимо подчеркнуть, что линейность ориентировки зерен галита каменной соли солянокупольных структур осуществляется по *форме*, а не по строению. Важно отметить и морфометрические особенности: среднее отношение длины к ширине зерен деформированной каменной соли составляет 2:1, а средний размер —3×1,5 *мм*. Чем больше деформируется каменная соль, тем выше степень грануляции, т. е. степень измельчения зерен галита, и тем большее усилие требуется для дальнейшей ее деформации.

В процессе деформации каменной соли с образованием диапировой складчатости ее компетентные слои (галопилитовые, ангидритовые, кизеритовые и пр.), как правило, подвергаются разрывной деформации, т. е. будинированию, в результате движения смежных слоев соли. Будины разобщаются согласно двум системам первичных трещин отрыва, имеющим пересекающуюся (взаимно перпендикулярную или близкую к этому) направленность. Будины длинной осью ориентированы в большинстве своем параллельно осям несущих соляных складок. Линейное отношение длины будин к их ширине, как и зерен галита, составляет в среднем 2:1.

Установление закономерностей деформации компетентных прослоев каменной соли имеет большое значение, так как позволяет производить количественную оценку тектонических процессов, в частности кинематики формирования соляных структур.

В проявлении внутренней складчатости солянокупольных структур отмечаются свои особенности. Здесь могут встречаться как гармоничные, так и дисгармоничные соляные складки. Однако наблюдается исключительное соответствие пространственного направления осей всех возможных порядков складок определенной структурной группы и даже совпадение осевых плоскостей, т. е. конгруентность структурных форм. Изучение внутренней складчатости соляных структур показывает, что складкообразование каменной соли происходит в результате увеличения поверхности слоев за счет неизбежного сокращения их мощности вследствие раздавливания каменной соли нормально к напластованию.

Таким образом, механизм (в частности, кинематика) формирования соляных складок с движением материала одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях (как в сторону оси, так и вдоль нее) указывает на несомненно гравитационную природу их образования и предопределяет собой специфичность и закономерность механизма формирования соляных диапировых структур. А катакластическая деформация кристаллов галита обусловливает исключительно высокую степень наблюдаемой в природе деформируемости каменной соли как породы внешне пластично, а внутренне — хрупко.

Катакластическая деформация кристаллов каменной соли совершается при незначительной величине наименьшего давления скалывания, *не превышающей предела упругости галита*, и определяется всего несколькими (скорее всего долями) килограммами на квадратный сантиметр.

Относительно легкой деформируемости каменной соли при столь малых значениях наименьшего давления скалывания способствует освобождающаяся при дроблении кристаллов галита энергия газов, первоначально заключенных в них под большим давлением (до 1000 *атм* при 0°) в виде пузырьков-включений.

Движение соли или интрагранулярное скольжение кластических зерен галита легко осуществляется посредством жидко-газовой «смазки» (или «подушки»), создающейся за счет освободившихся при дроблении зерен галита включений рассола и газов. Капельки, или пленки, жидкости (рассола) на контактах зерен играют к тому же роль цементирующего средства, что можно сравнить с эффектом слипаемости двух «склеенных» водой стеклянных пластинок: оторвать их трудно, но зато они свободно скользят относительно друг друга. Благодаря этому при деформации каменной соли значение так называемого «коэффициента вязкости», по-видимому, сводится к минимуму.

Следовательно, в условиях соляной тектоники для первоначального движения соли и складкообразования достаточно *незначительного избыточного давления,* превышающего всестороннее давление. Причины проявлений соляной тектоники надо видеть зависящими не столько от «низкого удельного веса соли», сколько от иных свойств, в первую очередь от особенностей кристаллической структуры самой соли и температурных условий деформации. Особенности и закономерности проявлений внутренней тектоники соли и предложенная нами (Ошакпаев, 1966) теория катакластической деформации кристаллов каменной соли отвечают однозначно на многие запутанные вопросы соляной тектоники и, в частности, положительно решают основные затруднения гравитационной гипотезы образования солянокупольных структур.

## ЛИТЕРАТУРА

Китык В. И. Условия образования соляных структур. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Косыгин Ю. А. Соляная тектоника платформенных областей. М., Гостоптехиздат, 1950.

Ошакпаев Т. А. К проблеме деформации кристаллов каменной соли (применительно к решению вопросов соляной тектоники). В сб.: «Литологические исследования в Казахстане». Труды ИГН им. К. И. Сатпаева АН КазССР, т. 16, 1966.

Ошакпаев Т. А. Линейность внутренних структур соляных куполов. В кн.: «Тектоника и формации Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

УДК 551.247(574.1—925.22)

# ГЕНЕЗИС И МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*Т. А. ОШАКПАЕВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Вопросы о происхождении и механизме формирования соляно-купольных структур Прикаспийской впадины, как и соляно-купольных структур вообще, все еще не решены однозначно. Существует ряд противоречивых гипотез, которые в основном сводятся к гравитационной и глубинной тектонической. Они имеют свои неоспоримые положительные стороны и невосполнимые недостатки. Здесь мы не преследуем цель детального их анализа. Отметим лишь, что далеко не достаточная разработанность существующих гипотез доказывается уже тем, что на сегодня еще нет всесторонне обоснованного представления о динамико-кинематических процессах формирования соляно-купольных структур. В связи с этим любые новые данные, полученные в области соляного тектогенеза, пусть то фактический материал либо оригинальная мысль, должны стать достоянием научной общественности.

Результаты наших многолетних исследований позволяют предложить существенно новую гипотезу происхождения и механизма формирования соляно-купольных структур Прикаспийской впадины, что вкратце сводится к следующему.

Пермский солеродный бассейн к концу кунгурского века завершается на сульфатной стадии хемогенного осадконакопления. Разрез мощной толщи каменной соли венчается отложением покровного ангидрита мощностью 100—150 *м* и, возможно, несколько больше.

Изменение режима осадкообразования в бассейне было обусловлено нисходящими движениями и связанной с ними трансгрессией моря, приведшей к осаждению терригенных отложений.

Прогибание впадины вызывает радиально-тангенциальные напряжения в слоистом комплексе осадочного чехла. При этом в первую очередь и наибольшее воздействие испытывают верхние слои осадочной толщи, так как вследствие первично сферического характера отложений они имеют бóльшую площадь (или дугу), чем нижележащие. Дифференцированному распределению напряжений по вертикали сверху вниз способствует также незначительная скорость колебательных движений вообще.

Самым верхним слоем осадочных образований хемогенной фации пермского солеродного бассейна Прикаспийской впадины является толща покровного ангидрита. При прогибании сферических слоев отложений в сторону хорды геоида она как компетентный слой подвергается трещинно-разломным деформациям. В связи с тем, что Прикаспийская впадина имеет изометрическое очертание, тангенциальные напряжения будут распределяться в радиально-концентрических направлениях, и покровная ангидритовая толща разобьется на блоки по

сети разломов полигональной системы, т. е. на многоугольники типа такыров.

В зонах интенсивной трещиноватости (или разломов) ангидрит гидратируется и переходит в гипс. Процесс гидратации сопровождается увеличением объема сульфатных образований, что наряду с тектоникой приводит к расчленению рельефа дна пермского, уже морского бассейна и литофациальной зональности седиментации терригенных образований кунгура (Ошакпаев, 1971), а также создает неравномерную плотность надсолевых отложений по площади. Возникают условия неравномерного давления надсолевых отложений на соляную толщу: повышенное — на участках блоков и пониженное — на их границах. Это обстоятельство вызывает катакластическую деформацию кристаллов каменной соли (Ошакпаев, 1966) и движение ее к линейным граничным зонам блоков, где формируются соляные антиклинальные складки-воздымания.

Как отмечалось ранее (Ошакпаев, 1966, 1971), деформация и складкообразование каменной соли происходят вследствие раздавливания ее нормально к напластованию и движения материала одновременно в двух взаимно перпендикулярных или близких к ним направлениях, т. е. в сторону оси складки и вдоль нее. Но так как длина оси каждой антиклинальной складки ограничивается в плане вертикальными осями узлов их схождений, то по мере деформации соли образуются не просто соляные антиклинальные складки, а складки-воздымания.

Они, взаимосвязываясь в плане, создают сложную полигональную сеть складок, подчиняющихся в целом конфигурациям смежных блоков. Воздымание соляных складок вдоль вертикальной оси узлов их схождений приводит к зарождению и дальнейшему формированию соляных диапировых структур. Анализ кинематики формирования соляных складок указывает на их несомненно гравитационную природу. Следовательно, зарождение и формирование соляных диапировых структур происходят в силу автономного воздействия гравиэффекта. При этом надсолевые блоки (в нашем случае состоящие в основном из ангидритов) играют роль деформирующих жестких штампов.

Таким образом, определение центров заложений и механизм формирования соляных диапировых структур — процессы строго закономерные, и в основе их лежит единый принцип механизма, точнее, кинематики, складкообразования каменной соли.

Резюмируя изложенное выше, можно сделать следующее заключение. Регионально-тектонические процессы предопределяют тектонический план заложения солянокупольных структур впадины и способствуют проявлению гипсовой тектоники. Гипсовая тектоника, в свою очередь, создает условия для возникновения соляной тектоники. Соляная тектоника проявляется в силу автономного воздействия гравиэффекта на фоне и при содействии колебательных движений региона. Отсюда вытекает важный вывод о том, что по характеру взаимоотношений и пространственного распределения солянокупольных структур Прикаспийской впадины можно с определенной уверенностью судить о ее глубинной тектонике.

Солянокупольные структуры Прикаспийской впадины довольно своеобразны и по сравнению со структурами других регионов в большинстве своем имеют крупные размеры, вплоть до необъяснимых куполов-гигантов типа Челкар, Индер и т. д. Специфичность соляных куполов Прикаспия заключается в генетическом их отличии и особенностях механизма формирования.

Так, соляные купола, наблюдаемые сейчас, в особенности гигантские, возникают в тектонически более напряженных местах впадины. На таких участках покровная сульфатная толща дробится по густой сети разломов на большое количество мелких блоков (не более 2,5—3 *км* в поперечнике), а в зонах будущих межкупольных пространств сеть полигональных разломов значительно разряжается. Вследствие этого на площади солянокупольной структуры первоначально возникает не одиночный соляной купол, а целая группа тесно связанных относительно мелких соляных диапиров. Это вызывается, во-первых, автономным движением соли в рамках взаимодействующих надсолевых блоков-«штампов», во-вторых, дифференцированным вовлечением в деформацию соляной толщи сверху вниз. Точнее, деформации раздавливанием подвергается одновременно не вся наличная (или материнская) мощность соляной толщи, как это принято считать, а лишь верхняя ее часть.

Глубина захвата соли, параметры образующихся при этом соляных диапиров и относительная скорость их роста определяются, помимо других факторов, величиной нагрузки надсолевых отложений, геометрией и размерами взаимосочлененных блоков-«штампов».

Дальнейшее осадконакопление надсолевого комплекса, размывы и перераспределения отложений, неоднородность полей напряжений и изменяемость их во времени, деформативные особенности каменной соли, дифференцированное вовлечение соляной толщи в диапировую складчатость и ряд других факторов, проявляющихся на фоне колебательных движений региона, в конечном счете приводят к образованию этажности внутренней диапировой складчатости соляного купола в разрезе и порядковости внутренних структур в плане, с обновлением структурного плана по каждому новому структурному этажу.

Например, в структурно-тектонически хорошо развитом соляном куполе внутренние соляные диапировые структуры пермского времени составляют верхний структурный этаж и имеют относительно малые размеры в плане. Внутренние соляные диапиры триасового периода представляют собой второй сверху структурный этаж и более обширны по площади, а диапиры юрского периода — третий сверху структурный этаж и т. д. до современного становления соляного купола. При этом амплитуда внутренних соляных диапиров или структурных этажей прогрессивно уменьшается во времени.

Таким образом, солянокупольные структуры Прикаспийской впадины по внутреннему строению являются в основном полидиапировыми в отличие от монодиапировых соляных структур, характерных, например, для Примексиканской впадины. Вследствие такого строения соляные купола Прикаспия имеют необъяснимо огромные размеры вплоть до гигантских соляных поднятий, достигающих десятков километров в поперечнике, тогда как солянокупольные структуры Мексиканского залива не превышают в диаметре первых километров.

Генетическое различие солянокупольных структур сравниваемых регионов находится, по-видимому, в прямой зависимости от типа древних солеродных бассейнов, подразделяющихся на бассейны с завершенным и незавершенным циклами хемогенного осадконакопления. Кунгурский солеродный бассейн Прикаспийской впадины относится к типу с относительно завершенным циклом хемогенного осадкообразования, ибо заканчивается на сульфатной стадии отложением мощной толщи покровного ангидрита. Сульфатные отложения, венчающие соляной разрез впадины, играют важную роль в образовании солянокупольных

структур определенного генетического типа, который по праву можно назвать Прикаспийским.

Итак, солянокупольные структуры Прикаспийской впадины составляют свой специфический генетический тип и являются полиструктурными, полиэтажными и полигенными вообще. Соляные купола формируются по принципу структурной этажности, наращиваемой снизу, и укрупнением структурных форм во времени. Установление генетического типа солянокупольных структур имеет важное значение для рационального направления поисково-разведочных работ на полезные ископаемые, связанные с ними, например, нефть и газ, калийные, калийно-магниевые и магниевые соли, бораты, редкие и редкоземельные элементы.

В этой связи необходимо отметить, что интерминальные зоны, т. е. перешейки соляных куполов Прикаспийской впадины и так называемые межкупольные пространства, представляют собой не идеальные «седловины» и «мульды-чаши». Они осложнены локальными относительно мелкими соляными куполами и монодиапировыми соляными структурами пермотриасовых структурных этажей. Эти захороненные «недоразвитые» структуры во всех отношениях благоприятны для концентрации и сохранения нефтяных и газовых залежей.

По глубокому убеждению автора, именно с указанными выше структурами надо связывать перспективы большой нефти Прикаспия в надсолевом комплексе отложений. Поэтому необходима безотлагательная и широкая постановка детальных геолого-геофизических работ по выявлению и оценке локальных захороненных структур в указанных выше зонах, а также на склонах самих соляных куполов.

## ЛИТЕРАТУРА

Ошакпаев Т. А. — В сб.: «Литологические исследования в Казахстане». Труды ИГН им. К. И. Сатпаева АН КазССР, т. 16, 1966.

Ошакпаев Т. А. — Тезисы докладов II Республиканского литологического совещания. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

Ошакпаев Т. А. — В кн.: «Тектоника и формации Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1971.

УДК 551.247:551.981'982:500.812

# СОЛЯНОКУПОЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМА ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

*В. М. ЗАВЬЯЛОВ*

*(Львов, Институт геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР)*

Одной из основных закономерностей, наглядно вырисовывающейся во многих нефтегазоносных областях (Днепровско-Донецкая впадина, Западно-Сибирский бассейн, Западно-Кубанский прогиб, Западный Узбекистан, Юго-Восточная Туркмения и др.), является приуроченность залежей нефти и газа к определенным интервалам стратиграфического разреза, контролируемым распространением достаточно мощных и качественных покрышек, служащих региональными нефтегазоупорами (Бланк и др., 1964; Воробьев, 1961; Завьялов, 1964). Появляющаяся в региональном плане зависимость размещения скоплений углеводородов от наличия толщ малопроницаемых пород в осадочном комплексе настолько очевидна, что присутствие подобных толщ следует считать главным фактором, обусловливающим аккумуляцию и сохранение нефти и газа в определенных стратиграфических горизонтах.

Так, в Днепровско-Донецкой впадине выделяется несколько стратиграфических этажей промышленной нефтегазоносности (юрский, триасово-верхнепермский, нижнепермско-верхнекаменноугольный, среднекаменноугольный и нижнекаменноугольный), находящихся под пачками слабопроницаемых пород (Завьялов, 1964). Определяющая роль покрышек в формировании залежей нефти и газа подчеркивается нахождением под одновозрастной покрышкой скоплений углеводородов в различных по возрасту осадках. Например, под пересажской глинистой толщей (верхняя пермь), залегающей с резким угловым и стратиграфическим несогласием на более древних отложениях, залежи нефти и газа содержатся в верхнем, среднем и нижнем карбоне и нижней перми.

Ведущая роль региональных покрышек в размещении залежей нефти и газа подчеркивается и тем, что повышение этажа стратиграфической нефтегазоносности происходит обычно на площадях, где ухудшаются экранирующие свойства покрышек вследствие сокращения их мощности, опесчанивания, развития трещиноватости или сети дизъюнктивных нарушений. Такое явление наблюдается на Западно-Сибирской, Турано-Скифской плитах и в других регионах. В районах Скифской платформы (Ставропольский свод, Прикумский район), где альбские отложения — нижняя региональная покрышка в надъюрском комплексе отложений — имеют спорадическое распространение, небольшую мощность или сильно опесчанены, стратиграфический этаж нефтегазоносности значительно возрастает, захватывая верхнемеловые и третичные отложения до мощной толщи майкопских глин — следующей региональной покрышки (Наливкин и др., 1967).

Фиксируется также зависимость между мощностью покрышек и величиной находящихся под ними скоплений углеводородов. В Днепровско-Донецкой впадине наибольшие залежи нефти выявлены в отложениях нижней перми и верхнего карбона под мощной верхнепермской покрышкой, представленной плотными пересажскими глинами; с возрастанием мощности и качества покрышки отмечается увеличение содержащихся под ней запасов нефти и газа (Завьялов, Старинский, 1965). Крупнейшие скопления газа на севере Западно-Сибирской плиты (Уренгойское, Заполярное и другие месторождения) находятся в сеномане под турон-сантонской глинистой покрышкой, достигающей мощности 700 *м*. По разрезам отдельных многопластовых нефтяных месторождений основные залежи приурочены обычно к продуктивным пластам, сосредоточенным под региональными покрышками. Степень заполнения ловушек нефтью в таких пластах значительно выше, чем в ловушках, перекрытых не выдержанными по площади покрышками (Преображенская и др., 1967).

Наиболее логичное объяснение процесса формирования всех этих залежей может быть дано только в том случае, если признать доминирующую роль вертикальной миграции углеводородов. Помимо свидетельств геологического характера на поступление углеводородных флюидов в верхнюю часть остаточного комплекса с больших глубин указывают также многочисленные геохимические, физико-химические, гидрохимические, геотермические и другие данные. Следовательно, регионально устанавливаемое опускание корней нефтегазоносности в нижние горизонты осадочного чехла земной коры позволяет ожидать открытия в них значительных месторождений нефти и газа.

Необходимо отметить, что до недавнего времени геологи-нефтяники не уделяли должного внимания покрышкам. Основной интерес обычно вызывали породы-коллекторы. Между тем не проблема коллекторов, а возможность присутствия на больших глубинах надежных покрышек в первую очередь должна занимать исследователей, выясняющих перспективы нефтегазоносности нижних горизонтов осадочного чехла земной коры.

Наиболее широко распространены в группе пластичных пород глины, которые при достаточной степени влажности способны деформироваться без образования трещиноватости в самых верхних слоях осадочного чехла. Экранирующие свойства глин во многом зависят от их минералогического состава и прежде всего от присутствия таких гидрофильных глинистых минералов, как монтмориллонит и деградированная слюда. Исследования, проведенные в ряде нефтегазоносных областей, показали, что наименее проницаемыми покрышками являются глинистые толщи, в которых преобладают названные минералы (Поляк, 1967). И наоборот, глинистые пачки, сложенные гидрофобными глинистыми минералами (каолинитом, окристаллизованной гидрослюдой и др.), относятся к покрышкам невысокого качества.

В Днепровско-Донецкой впадине наибольшие запасы нефти (до 70%) сосредоточены под верхнепермскими пестроцветными, плотными гидрослюдистыми, с примесью монтмориллонита глинами, залегающими в среднем на глубинах от 1000 до 1800 *м* и достигающими мощности (вместе с редкими прослоями алевролитов) 100—110 *м*. Среди глин, по данным Р. Я. Поляк, выделяются прослои комковатой неразбухающей каолинит-гидрослюдистой низкодисперсной, пластичной высокодисперсной гидрослюдистой и монтмориллонит-гидрослюдисто-каолинитовой глины; последние и обусловливают экранирующие свойства этих покрышек. Однако качество их значительно ниже качества

верхнепермской покрышки. Еще более проницаемы глины каолинитового и гидрослюдисто-каолинитового состава. В отложениях среднего карбона во впадине содержится около 8% выявленных запасов нефти, что объясняется не только меньшей выдержанностью глинистых и глинисто-аргиллитовых пачек московского и башкирского ярусов, но и ухудшением экранирующих свойств этих покрышек.

На глубине 2300—2500 *м* в Днепровско-Донецкой впадине глины постепенно сменяются аргиллитами. Эти породы, подвергшиеся эпигенетическим преобразованиям и содержащие многочисленные трещины, минералогически представлены гидрослюдами и их смесью с каолинитом. По своим экранирующим свойствам они уступают глинистым покрышкам, расположенным выше по разрезу осадочного комплекса. Но при достижении значительной мощности сложенные аргиллитами толщи в состоянии служить слабопроницаемыми перекрытиями для нефти и газа. Во впадине под толщей аргиллитов верхневизейского возраста мощностью 140 *м*, включающей прослои алевролитов, мелкозернистых песчаников и редких известняков, сосредоточено до 20% запасов нефти. В нижнекаменноугольном стратиграфическом этаже нефтегазоносности содержатся также значительные скопления газа.

Поскольку глинистые покрышки наиболее распространены среди других слабопроницаемых пород в верхних горизонтах осадочного чехла земной коры, они во многом должны определять распределение здесь скоплений нефти и газа. А ухудшение экранирующих свойств глин с глубиной должно приводить к изменению общего характера распределения запасов этих полезных ископаемых по разрезу осадочной толщи. Можно предположить, что локализация крупнейших и крупных месторождений нефти и газа в разведанной части осадочного чехла в основном до глубины 2400 *м* (Преображенская и др., 1967) в значительной степени объясняется, вероятно, тем, что именно до этих глубин в разрезе многих осадочных бассейнов распространены пластичные глины.

Таким образом, фиксируемое с глубиной ухудшение экранирующих свойств глинистых пород заставляет произвести прогнозную оценку экранирующих способностей на больших глубинах других разностей пород, служащих покрышками в верхней части разреза осадочного чехла земной коры. Имеются данные, указывающие на то, что в отличие от глинистых пород в условиях высокого всестороннего давления и большой температуры увеличивается пластичность хемогенных известняков и ангидритов, в связи с чем они наряду с солью могут рассматриваться как основные покрышки для глубинных скоплений нефти и газа. Для выяснения интересующего нас вопроса особенный интерес представляют результаты исследований американских ученых Хендина и Хагера (Handin a. Hager, 1957, 1958).

Как свидетельствуют экспериментальные данные, прочность пород, а также их пластические свойства возрастают с увеличением всестороннего давления при комнатной температуре. Глинистый сланец, песчаник, ангидрит, известняк, доломит, подвергнутые всестороннему давлению до 2000 *ат*, что соответствует примерно статическому давлению на глубине 800 *м*, неодинаково изменяют свою пластичность. Наибольшая пластичность свойственна известнякам. Хендин и Хагер отмечают, что уже с повышением всестороннего давления до 1000 *ат* степень пластичности известняков резко возрастает, и они могут деформироваться без развития трещиноватости до 30%.

Сильно влияет на физико-механические свойства пород изменение температуры в земной коре. Опыты свидетельствуют, что при повыше-

нии ее при тех же давлениях различные осадочные породы ведут себя по-разному. Например, в доломите, глинистом сланце, алевролите прочность и пластичность уменьшаются. Прочность известняков, испытывавшихся в условиях всестороннего давления 1000 и 2000 *ат*, возрастает в основном до температуры 150°С, а затем понижается. Наиболее примечательно поведение ангидрита: при всестороннем давлении 2000 *ат* прочность его с повышением температуры непрерывно растет.

На основании приведенных материалов, характеризующих изменение физико-механических свойств ряда осадочных пород с глубиной их залегания, высказано мнение о том, что в нижних горизонтах осадочного чехла земной коры наряду с солью основными покрышками являются также ангидриты и известняки (Завьялов, 1965, 1967). Не исключено, что на больших глубинах на значительных площадях доминируют покрышки, представленные известняками и ангидритами, так как соль ввиду ее исключительной пластичности может быть выжата из вмещающих отложений в соляные купола. Глинистые породы в результате потери ими пластичности под воздействием процессов эпигенеза во многих случаях нельзя рассматривать как экраны для глубинных скоплений углеводородов.

Таким образом, первоочередной интерес для поисков залежей нефти и газа на больших глубинах представляют осадочные бассейны, в нижних горизонтах которых развиты галогенно-сульфатные и карбонатные породы. Вероятнее всего, именно из этих пород должны быть сложены покрышки, могущие служить надежными экранами для залежей нефти и газа, находящихся на больших глубинах в условиях высоких давлений и температур.

## ЛИТЕРАТУРА

Бланк М. И., Павленко П. Т., Палец Л. С., Синичка А. М., Черпак С. Е. — «Геология нефти и газа», 1964, № 4.

Воробьев Б. С. — «Нефтяная и газовая промышленность», 1961, № 2.

Восанчук С. С., Поляк Р. Я. — Тезисы докл. научно-технической конференции «Эволюция пластов-коллекторов месторождений нефти и газа Днепровско-Донецкой впадины». Полтава, 1967.

Завьялов В. М. — Труды УкрНИГРИ, вып. VIII. М., «Недра», 1964.

Завьялов В. М. — Тезисы докладов республиканского совещания по проблеме «Условия формирования и закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений на территории УССР». Львов, 1965.

Завьялов В. М., Старинский В. А. Геология и геохимия нефтяных и газовых месторождений, вып. II. Киев, «Наукова думка», 1965.

Завьялов В. М. — В сб.: «Условия формирования и закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений на Украине». Киев, «Наукова думка», 1967.

Наливкин В. Д., Евсеев Г. П., Кругликов Н. М., Лазарев В. С. и др. — Труды ВНИГРИ, вып. 259. М., «Недра», 1967.

Поляк Р. Я. — Тезисы докладов научно-технической конференции «Эволюция пластов-коллекторов месторождений нефти и газа Днепровско-Донецкой впадины». Полтава, 1967.

Преображенская Г. С., Антуфьева Ю. В., Иванова К. П., Клычева Н. Ю. — Труды ВНИГРИ, вып. 259. М., «Недра», 1967.

Розанов Л. Н. Физико-механические условия образования тектонических структур платформенного типа. М., «Недра», 1965.

Розанов Л. Н. — Труды II Всесоюзного совещания по трещинным коллекторам нефти и газа. М., «Недра», 1965.

Сверчков Г. П. — В кн.: «Сравнительный анализ нефтегазоносности и тектоники Западно-Сибирской и Турано-Скифской плит». М., «Недра», 1965.

Филиппов Б. Ф. Типы природных резервуаров нефти и газа. М., «Недра», 1967.

Чарыгин М. М. и др — «Геология нефти и газа», 1966, № 4.

Handin J. a. Hager R. V. — «Bull. AAPG», 1957, vol. 41, № 1.

Handin J. a. Hager R. V. — «Bull. AAPG», 1958, vol. 42, № 12.

УДК 551.247.03

# ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ КАК ФАКТОР СОЛЯНОГО ТЕКТОГЕНЕЗА

*В. М. ГАВШИН, Г. М. ВОЛОНТЭЙ*

*(Киев, Институт геологических наук АН УССР)*

Исследователи соляного тектогенеза обычно рассматривают материнский пласт каменной соли как тело, способное к пластической деформации и течению под воздействием приложенных к нему сил. Такое представление лежит в основе всех общепринятых теоретических построений и экспериментальных моделей. Активная деформирующая роль эвапоритового пласта отмечена, пожалуй, лишь Ю. А. Косыгиным в Актюбинской области, где протекающая с увеличением объема реакция гидратации ангидрита расценивается как причина деформации вмещающих пород (Косыгин, 1940).

**Коэффициенты линейного расширения горных пород и минералов ***

| Порода и минерал | Интервал температуры, °С | Коэффициент линейного расширения ($\alpha \cdot 10^6$ на 1°С) |
|---|---|---|
| Изверженные | 20—100 | 3,4—11,9 |
| Осадочные | 20—100 | 2,7—12,2 |
| Метаморфические | 20—100 | 2,3—11,0 |
| Гранит | 20—60 | 4,8—8,3 |
| Сланец | 20—100 | 6,3—8,3 |
| Мрамор | 15 | 1,4—4,4 |
| Мрамор | 25—50 | 5—16 |
| Кварц ∥ оси | 20 | 7,5 |
| Кварц ⊥ оси | 20 | 13,7 |
| Хлористый натрий | 0 | 38,9 |
| Хлористый натрий | 100 | 41,9 |
| Хлористый натрий | 200 | 44,1 |

* Цифры взяты из американских справочников (1957, 1963). Коэффициент объемного расширения равен коэффициенту линейного расширения.

Нетрудно заметить, что каменная соль тоже может играть роль активного тела, расширяясь при погружении в зону повышенных температур. Действительно, коэффициент объемного расширения соли для интервала температур от 0 до 200°С в несколько раз превышает соответствующую величину для терригенных осадочных пород (табл.).

Очевидно, в процессе погружения соль и вмещающие ее породы не могут расширяться как единое целое. Соль расширяется более интенсивно и, значит, активнее давит на окружающие породы. В реальной среде сопротивление вмещающих пород вряд ли повсюду одинаковое, и, следовательно, трудно представить себе равномерное повсеместное увеличение мощности соляного пласта вследствие теплового расширения. Малейшее понижение сопротивления кровли неизбежно вызовет движение соли и, таким образом, именно тепловое расширение может послужить тем первоначальным импульсом, после которого, по меткому замечанию Ф. Трусхейма (Trusheim, 1960), начинается цепная реакция формирования соляных структур.

Масштаб теплового расширения можно проиллюстрировать простым расчетом. В бассейне Мексиканского залива первоначальный объем материнского пласта оценивается Дж. Мюрреем (Murray, 1966) в 160 000 $км^3$. Повышение температуры соли всего на 1°С увеличит объем на 20 $км^3$. Геотермический градиент в этом районе, по данным Д. Бартона (Barton, 1925), составляет 1,8°С на 100 *м*. Насколько можно судить по высоте соляных штоков, глубина залегания подсолевой толщи здесь превышает 10 000 *м*. Если формирование материнского пласта протекало в условиях земной поверхности, то в результате погружения он оказался нагретым примерно на 150°С, что должно было вызвать увеличение объема на 3000 $км^3$. Полученная величина вряд ли может служить для оценки всего объема перемещенной соли, поскольку тепловое расширение — лишь один из целого ряда факторов соляного тектогенеза. Тем не менее приращение объема достаточно велико, чтобы обратить внимание на активную деформирующую роль расширяющегося вещества в развитии тектонических форм.

## ЛИТЕРАТУРА

Косыгин Ю. А. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1940, вып. 1.
American Institute of physics handbook, 1957.
American Institute of physics handbook, 1963.
Barton D. C. — «Bull. AAPG», 1925, vol. 9, № 9.
Murray D. E. — «Bull. AAPG», 1966, vol. 50, № 3.
Trusheim F. — «Bull. AAPG», 1960, vol. 44, № 9.

УДК 553.981(574.1—925.22)

# ПРОБЛЕМА ГАЗОНОСНОСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*В. Л. СОКОЛОВ*
*(Москва, ВНИИГАЗ)*

Одна из важнейших тенденций развития мировой практики поисково-разведочных работ на нефть и газ заключается в наступлении на большие глубины. В США, где изученность перспективных территорий достаточно высока, ежегодно бурится несколько сот скважин на глубину свыше 6 *км*. Вопреки существовавшим сомнениям, эффективность глубокого бурения оказалась очень высокой, особенно в окраинных впадинах древней платформы — в Пермском и Западном бассейнах. Принципиально также то, что в этих и других районах на глубине 4—4,5 *км* устанавливается смена нефтяных залежей газовыми и газоконденсатными *. Американские геологи, очень осторожные в прогнозах, оценивают плотность потенциальных ресурсов газа глубоких недр Пермского внутреннего бассейна в 400 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. Если к Прикаспийской впадине применить половину этой величины, то запасы газа в ее недрах могут быть не менее 100 трлн. $м^3$. Открытие Оренбургского газового месторождения в окраинной части впадины характеризует реальность этой оценки.

Вопрос в том, имеются ли во впадине и прежде всего в ее солянокупольном тектоническом этаже условия, благоприятные для концентрации газовых ресурсов в крупных месторождениях, запасы которых исчислялись бы десятками и сотнями миллиардов кубометров газа. В платформенных условиях с мощными источниками нефтегазообразования формирование крупных месторождений определяется в общем случае двумя факторами: наличием емких и достаточно герметизированных ловушек и масштабами латеральной миграции.

Применительно к Прикаспийской впадине эти факторы неизбежно носят вероятностный характер. В настоящее время можно наметить лишь основные черты ее глубинного строения.

*Подсолевой палеозой*. Геофизические работы за последние годы показали, что общая мощность подсолевых отложений впадины изменяется в широких пределах — от 2—4 до 10 *км*. В распределении мощностей намечаются Бузулукско-Хобдинская синеклиза, Аралсорский, Енотаевско-Астраханский и Южно-Эмбенский прогибы и разделяющие их крупные региональные поднятия (рис.).

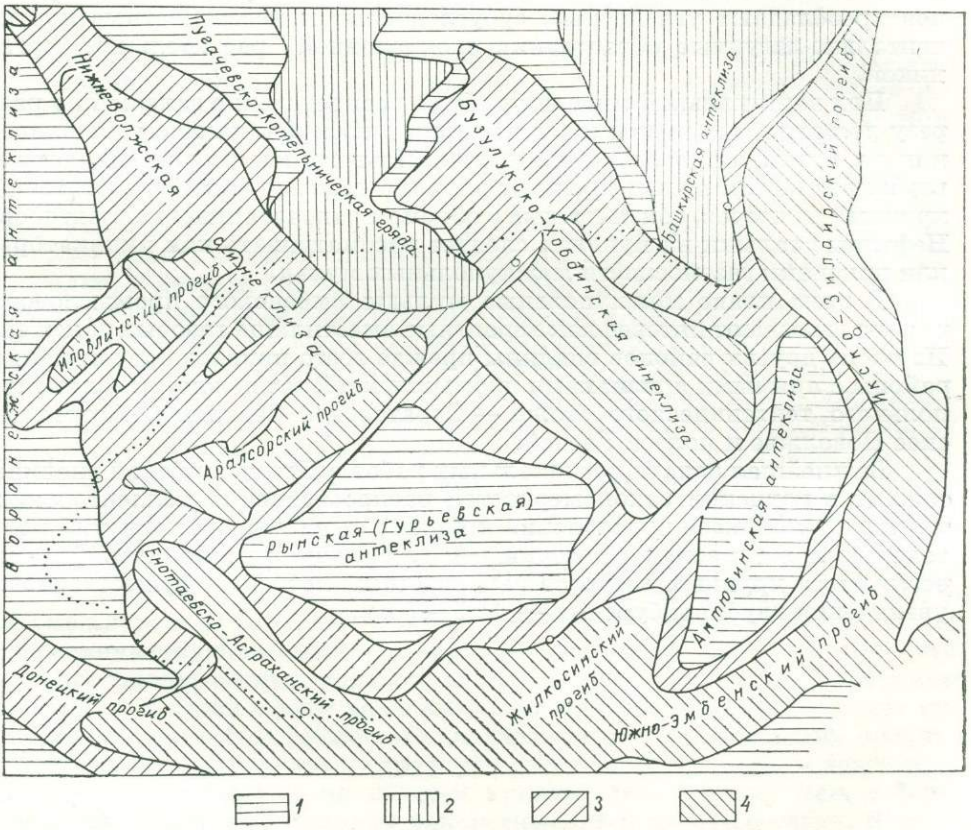
Изменения фаций и мощностей девонских, каменноугольных и нижнепермских отложений в Урало-Поволжье таковы, что они предполагают преимущественное развитие во впадине доманиковых и субугленосных толщ последующей компенсации. И те, и другие отличаются наиболее высокой концентрацией органического вещества и в жестких

---

* В. Л. Соколов, М. И. Лоджевская. Эффективность сверхглубокого бурения в США. «Геология нефти и газа», 1967, № 11.

термодинамических условиях глубокого погружения составляют самые мощные источники нефтегазообразования.

Изучение газовой фазы пластовых вод палеозоя бортовых зон устанавливает увеличение газонасыщенности пластовых вод по направлению ко впадине, а в ряде случаев фиксирует и их предельное газонасыщение (Оренбург, Уральск и др.). Контуры вероятных газовых залежей в палеозое впадины, подобно Оренбургскому месторождению, должны контролироваться крупными структурами типа валов или сводов, что существенно упрощает поиски и подготовку структур к заложению разведочных скважин. Наиболее перспективные и доступные объекты намечаются в связи с юго-западным обрамлением Соль-Илецкого выступа (Казахстанский и Чиликский выступы или поднятия).




**Структурные элементы девонского периода.** *1* — антеклизы и гряды; *2* — наиболее приподнятые участки; *3* — синеклизы и прогибы; *4* — наиболее прогнутые участки.

*Солянокупольный тектонический этаж.* Для этого этажа характерно ячеистое распределение солевых масс, при котором соляные штоки составляют узловые элементы. При такой структуре соли пермотриасовая толща мощностью до 5—6 *км* распадается на разобщенные, изолированные друг от друга тела или массивы, опирающиеся своими основаниями в большинстве случаев непосредственно на подсолевой субстрат. Развитие этих форм представляет собой частный случай конвективной неустойчивости.

Широкая боковая миграция в прерывисто распределенных (пермотриас) или сложно деформированных (юра — мел) надсолевых толщах

практически невозможна. Это одна из причин небольших размеров нефтяных месторождений Эмбенского района, если принять сингенетичность нефтяных залежей и вмещающих отложений.

В качестве наиболее мощного источника нефтегазонакопления в межкупольных мульдах пермотриаса предполагается подсолевой палеозой с его специфическим формационным составом, а ведущего механизма формирования залежей — вертикальная миграция через окна в солевом экране.

Представления о палеозойских источниках нефтегазонакопления могут быть расширены и распространены на все другие известные и предполагаемые типы месторождений Прикаспийской впадины. Это тем более правомерно, что в составе вмещающих нефть пермотриасовых и мезозойских отложений Эмбенского и Примугоджарского районов преобладают угленосные, субугленосные и пестроцветные континентально-лагунные образования с окисленной растительной органикой.

При вертикальной миграции общее распределение залежей по разрезу должно быть таким же, как и при дифференциальном улавливании на путях латеральной миграции. Поэтому мы вправе ожидать в глубоких частях мульд преимущественно газовые залежи достаточно крупных размеров, соизмеримые с объемом запечатанных коллекторов. Нефтяные залежи на куполах следует рассматривать как индикаторы или признаки газоносности межкупольных мульд.

В этом плане межкупольные мульды Эмбенского промыслового района вызывают интерес как вероятные вместилища газовых залежей. Из числа других районов впадины прежде всего привлекают внимание районы с прямыми признаками промышленной газоносности солянокупольного тектонического этажа — Саратовское Заволжье, Астраханское Поволжье и полоса Узеней.

Важнейшая задача региональных работ в Прикаспийской впадине состоит в изучении закономерностей распространения коллекторских толщ в пермотриасе и выявлении крупных структурных поднятий подсолевого ложа в зонах с доступными для бурения глубинами. Однако реализация крупных ресурсов газа впадины потребует существенного увеличения глубины бурения — до 5—7 *км*.

УДК 551.247:553.981'982(574.1—925.22)

# НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ И МЕТОДИКА ПОИСКОВЫХ РАБОТ В ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ

*Х. Г. СОКОЛИН, В. Т. ХРОМОВ, М. Ф. ВОСУГИ, Т. В. ДОЛИЦКАЯ*
*(Москва, ИГ и РГИ)*

Прикаспийская впадина, подобно некоторым солянокупольным бассейнам, расположенным на прогнутых окраинах древних платформ, должна быть выделена в особый тип нефтегазоносных провинций. Если в других частях различных платформ, где отсутствует активная соляная тектоника, региональными поисковыми объектами являются обычно такие структуры второго порядка, как валы, зоны дислокаций, крупные сводовые поднятия, то в солянокупольных бассейнах дело обстоит иначе. С одной стороны, здесь выявляется структура высшего порядка, в данном случае Прикаспийская впадина, с другой — огромное количество локальных соляных структур третьего порядка, расположение которых лишено видимой закономерности. С точки зрения логики, в последовательности нефтепоисковых работ выпадает связующее звено — структурные элементы второго порядка, контролирующие распространение зон нефтегазонакопления. Попытки выделения таких структурных элементов предпринимались неоднократно многими геологами. Однако слабая изученность территории не позволила разработать достаточно обоснованную схему, которая послужила бы основой для тектонического районирования.

Важность создания такой схемы не вызывает сомнений. Действительно, мы уже накопили большой опыт, в частности на Южной Эмбе и в междуречье Урал — Волга, свидетельствующий о том, что далеко не все соляные купола являются нефтегазоносными. Известно также, что возраст продуктивных горизонтов на разных продуктивных куполах различен. В связи с этим возникают два принципиальных вопроса: существуют ли вообще какие-либо закономерности в размещении продуктивных и непродуктивных структур; чем контролируется возраст продуктивных горизонтов на каждом куполе. Ответ на них может быть двоякий. Допустим, никаких закономерностей не существует. В этом случае работы следует ориентировать на массовое разбуривание соляных куполов и опробование на каждом из них всего вскрываемого разреза. Разновидностью этой «системы» поисков является практикуемый до сих пор выборочный ввод куполов в разведку. Если же признать существование определенных закономерностей, обусловленных наличием региональной структуры, контролирующей распределение продуктивных и непродуктивных куполов, то, очевидно, в первую очередь надо расшифровать региональный структурный план, а не только, или преимущественно, разведать локальные структуры.

К сожалению, данных по Прикаспийской впадине в настоящее время недостаточно для выяснения природы и местоположения региональных геологических зон, контролирующих нефтегазонакопление на ее территории. Поэтому для решения поставленных вопросов мы привлек-

ли материалы о геологическом строении и нефтегазоносности нескольких сходных и относительно хорошо изученных областей. В частности, использованы сведения о впадине побережья Мексиканского залива (Голф Кост, США), Северо-Германском (ФРГ) и Габонском (Западная Африка) бассейнах. Предварительно их аналогия с Прикаспийской впадиной и друг с другом была подтверждена установлением принципиального сходства между ними на всех структурных уровнях, начиная от поверхности мантии и внутреннего строения консолидированной части земной коры и кончая морфоструктурой. Поскольку нефтегазонакопление зависит от особенностей развития региона, то справедливо заключить, что во всех названных бассейнах оно происходило в сходных условиях и определялось одинаковыми региональными факторами. На рассмотрении и доказательстве его мы и сосредоточим внимание.

Начнем с наиболее изученной впадины — Голф Кост. Установлено, что здесь на фоне общего увеличения мощности всех отложений к центру впадины существуют региональные зоны неожиданно резкого градиента мощности отдельных стратиграфических комплексов (в американской литературе такие зоны называются трендами). В трендах мощность увеличивается в 3—4 раза на сравнительно коротких расстояниях. Одновременно песчанистость разреза возрастает от 10 до 50—60%. Связь между этими зонами и нефтегазоносностью заключается в том, что пространственное размещение месторождений каждого стратиграфического комплекса контролируется местоположением соответствующего тренда. Иными словами, выделяются зоны меловых, эоцен-палеоценовых, олигоценовых и т. д. месторождений (табл.).

Нами систематизированы данные о продуктивных разведочных скважинах, пробуренных на всей рассматриваемой территории за последние 15 лет. В результате оказалось, что от 70 до 94% скважин вскрыли залежи, приуроченные именно к тому стратиграфическому комплексу, который образует соответствующую зону. Так, например, в олигоценовой зоне, на которую падает наибольшее количество скважин (789), олигоценовые залежи вскрыты 726 скважинами (92%), миоценовые —46 (6%) и эоценовые —17 (2%).

Таким образом, четкая региональная закономерность — приуроченность максимальной продуктивности тех или иных отложений к зонам резкого возрастания их мощности — определяет стратегию и тактику поисково-разведочных работ.

Рассмотрим теперь Габонский солянокупольный бассейн, расположенный на побережье Западной Африки. Строение его характеризуется региональным падением пород с востока на запад, в сторону Атлантического океана. Важно отметить, что региональный наклон на запад контролируется в надсолевых отложениях серией трогов, связанных, вероятно, с блоками фундамента. Троги простираются параллельно восточному борту бассейна. От борта к центральной части впадины последовательно расположены зоны резкого градиента мощности альба, сеномана, сенона, палеогена и миоцена.

Закономерности пространственного размещения скоплений нефти и газа выражаются здесь в существовании определенной связи между возрастом основных продуктивных комплексов на солянокупольных структурах и расположением этих структур относительно названных зон. Так, большинство разведанных куполов побережья, находящихся в палеогеновой зоне, содержат залежи только (или преимущественно) в эоцене (Озури, Бега, Анимба, Пуэнт-Клеретт, Сипани). Материалы

**Распределение запасов нефти по стратиграфическим комплексам во впадине побережья Мексиканского залива на 1. I 1967 г.***

| Тренд (поисковая зона) | Общее количество | | Продуктивный стратиграфический комплекс, образующий данный тренд | | | | Продуктивный комплекс, стратиграфически моложе данного тренда | | | | Продуктивный комплекс, стратиграфически древнее данного тренда | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | месторождений*** | запасов, млн. т | Количество месторождений | % к общему количеству | Суммарные запасы, млн. т | % к общим запасам зоны | Количество месторождений | % к общему количеству | Суммарные запасы, млн. т | % к общим запасам зоны | Количество месторождений | % к общему количеству | Суммарные запасы, млн. т | % к общим запасам зоны |
| Меловой | 16 | 92 | 16 | 100 | 92 | 100 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Палеоцен-эоценовый | 32 | 129 | 32 | 100 | 129 | 100 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Олигоценовый | 79 | 327 | 75 | 95 | 322 | 98 | 4 | 5 | 5 | 2 | — | — | | |
| Миоценовый | 122 | 557 | 117 | 96 | 506 | 91 | 4 | 3 | 48 | 8,5 | 1 | 1 | 3 | 0,5 |
| Плиоценовый | 20 | 136 | 14 | 70 | 106 | 78 | — | — | — | — | 6 | 30 | 30 | 22 |
| Плейстоценовый** | 15**** | ? | 12 | 80 | — | — | — | — | — | — | 3 | 20 | — | — |

* Анализ распределения запасов выполнен Х. Г. Соколиным, В. Т. Хромовым, М. Ф. Восуги по данным, опубликованным в журналах Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol (1952—1967); Oil a. Gas J., 1967, vol. 65, № 5.

** Выделен нами по результатам бурения и опробования разведочных скважин в зоне шельфа.

*** За исключением месторождений с годовой добычей менее 150 тыс. *т* нефти.

**** Все месторождения независимо от размера годовой добычи.

о нефтегазоносности Габонского бассейна хорошо укладываются в рамки тех закономерностей, которые были установлены в бассейне Голф Кост.

Строение надсолевых отложений Северо-Германского бассейна довольно сложное, причиной чего является блоковая структура фундамента. Разновременные движения отдельных блоков определяли осадконакопление в различные геологические периоды, что привело к формированию внутри бассейна ряда трогов и относительно приподнятых зон.

В настоящее время достоверно установлено, что именно троги контролируют расположение продуктивных соляных куполов. Из общего числа солянокупольных структур нефтеносны не более 15%, причем все они концентрируются в трогах. Сохраняются и другие закономерности. На каждом месторождении главные продуктивные горизонты приурочены именно к тем отложениям, которые образуют данный трог. Так, например, соляные купола, расположенные в среднеюрских Гифхорнском и Гамбургском трогах, содержат основные залежи в средней юре. Купола юрско-нижнемелового Ганноверского прогиба продуктивны по юре и нижнему мелу.

Таким образом, несмотря на иную морфологическую выраженность и иное происхождение региональных структурных элементов, в солянокупольных бассейнах Габона и Северо-Западной Германии наблюдается та же, что и в Голф Косте, принципиальная связь между нефтегазонакоплением на локальных солянокупольных структурах и зонами резкого увеличения мощности отдельных стратиграфических комплексов.

Установив общую картину по другим солянокупольным бассейнам, попытаемся рассмотреть с этих же позиций Прикаспийскую впадину и прежде всего ее северо-западную бортовую зону. Еще в 1958 г. М. М. Чарыгин и Ю. М. Васильев показали на материалах Южно-Эмбенского района особое значение для нефтегазонакопления зон, соответствующих определенным интервалам мощности продуктивных комплексов. В указанной работе речь шла не о зонах резкого градиента мощности, однако, как нам теперь представляется в свете широкой аналогии, генетическая природа этого явления и рассмотренных выше закономерностей одинакова.

В северо-западной части бортовой зоны при движении от гравитационной ступени к центру, по данным бурения, последовательно фиксируются участки, на которых резко возрастает мощность различных стратиграфических подразделений надсолевого комплекса. В их расположении наблюдается определенная закономерность. Она состоит в том, что по различным отложениям эти участки существенно не совпадают в плане, смещаясь по более молодым отложениям к центру впадины. Так, непосредственно вблизи гравитационной ступени отмечается резкое увеличение мощности верхней перми и триаса (более 1500—2000 *м*) по сравнению с внешней частью бортовой зоны (300—400 *м*). В удалении от борта, на участке между скважиной 17— Куриловской и скважиной 1— Новоузенской, происходит резкий рост мощности юры и мела, которого нет сразу за гравитационной ступенью. Здесь мощность комплекса увеличивается от 1100 до 2300 *м* на расстоянии всего около 30 *км*. Этот участок можно считать фрагментом юрско-меловой бортовой флексуры. Еще дальше, в скважине 29— Пограничной, установлено внезапное возрастание мощности палеогена и неогена до 2000 *м*. Аналогичные участки известны в скважине 29 — Урдинской, 31 — Шунгайской и 2 — Соленое Займище. По-видимому, надо рас-

сматривать данную зону как палеоген-неогеновую бортовую флексуру.

Все это говорит о том, что единого бортового уступа Прикаспийской впадины не существует, а имеется система разновозрастных флексур, расположенных в полосе шириной примерно 120 *км*.

Важно отметить, что далее, по направлению от разновозрастных бортовых флексур к центру впадины, мощность соответствующих отложений меняется постепенно, без резких колебаний. В центре сохраняются примерно те же значения, которые впервые устанавливаются на опущенных крыльях бортовых флексур. Так, например, суммарная мощность верхней перми и триаса в скважине 19 — Чувашкинской составляет не менее 3300 *м*, а в Аралсорской опорной скважине, пробуренной в центральной части впадины, вскрытая мощность этого комплекса равна 3550 *м*. Даже с учетом возможного увеличения этой цифры при углублении Аралсорской скважины порядок мощности в обеих скважинах не изменится. Так же обстоит дело в отношении юры и мела. Мощность юры в скважине 1 — Новоузенской не менее 760 *м*, а в центральной части впадины — 510—635 *м* (скважины 28 — Мастыксайская и опорная Аралсорская соответственно). Мощность мела в этих же скважинах характеризуется следующими цифрами (округленно): 1 — Новоузенская — 1400 *м*, 28 — Мастыксайская — 1000 *м*, опорная Аралсорская — 1040 *м*.

Такое распределение мощности часто вводит в заблуждение авторов карт изопахит. Изопахитами соединяются точки бортовой зоны и центральной части впадины, имеющие одинаковые значения мощности. В результате на картах появляются несуществующие замкнутые или полузамкнутые палеопрогибы и палеоподнятия, ориентировка которых зависит от количества использованных скважин.

Новая трактовка приведенных данных показывает, что по каждому стратиграфическому комплексу существует лишь один ярко выраженный палеоструктурный элемент, зафиксированный резким перепадом мощности,— древняя бортовая флексура.

Естественно, фрагментарные участки не могут дать полного представления о действительном простирании флексур на всем протяжении бортовой зоны. По мере ее изучения выясняется, что в отдельных частях бортовые флексуры различного возраста сближены между собой или даже прижаты к гравитационной ступени. Последнее положение наиболее вероятно между Волгоградом и Камышином, где скважина 1 — Александровская вскрыла аномально мощный разрез мела (более 2000 *м*) и юры (не менее 900 *м*). Положение флексур в плане свидетельствует о степени унаследованности древнего бортового уступа на поздних этапах геологического развития. При этом возможны самые неожиданные соотношения, вплоть до взаимного пересечения разновозрастных флексур. Не исключено также, что вместо единой флексуры по юре и мелу в последующем обнаружатся отдельные зоны резкого увеличения мощности для юры, мела, а возможно, и для более дробных стратиграфических подразделений. Поэтому названные участки уже сейчас должны стать основой для дальнейшей детализации. Практическое значение юрско-меловой флексуры, установленной между скважиной 17— Куриловской и скважиной 1— Новоузенской, подтверждается открытием в ее пределах газовых месторождений — Спортивного, Старшиновского и Таловского, примыкающего к флексуре с севера. На фоне регионального падения пород в бортовой зоне, не превышающего 1—1°30′, в зоне флексуры между этими скважинами угол падения возрастает до 4°. Помимо уже отмеченного увеличения мощности здесь

значительно возрастает и песчанистость отдельных горизонтов разреза. Так, например, песчанистость альбских отложений увеличивается с 19% в скважине 17— Куриловской до 48% в скважине 1— Новоузенской. Песчанистость всего нижнемелового комплекса изменяется в бортовой зоне следующим образом: скважина 2— Ерусланская —16%, 16— Орловская —33%, 17— Куриловская —32%, 1— Новоузенская— 53%.

Весьма вероятно, что особо благоприятные условия нефтегазонакопления в подобных зонах связаны с существованием сбросовых нарушений, затухающих в верхней части толщи, а корнями уходящих в подсолевые отложения. По существу, это системы сбросов контролирующие строение разновозрастных бортовых уступов. Поэтому вполне возможно, что залежи здесь обязаны своим формированием вертикальной миграции из подсолевых отложений.

Можно считать, что нефтегазонакопление в зонах флексур определяется благоприятным сочетанием четырех факторов: резким градиентом мощности и связанным с ним выклиниванием горизонтов, значительным изменением песчанистости, сбросами, уходящими корнями в подсолевую толщу, и ловушками, образованными соляными структурами.

На основе всего сказанного можно сделать следующие выводы.

1. Нефтегазонакопление в платформенных солянокупольных бассейнах контролируется участками резкого регионального градиента мощности отложений надсолевого комплекса, имеющими форму палеофлексуры или палеопрогиба.

2. Залежи нефти и газа на локальных солянокупольных структурах формируются преимущественно в тех горизонтах, которые характеризуются в данной зоне значительными региональными градиентами мощности.

3. Зоны резкого градиента мощности не совпадают в плане не только для отдельных периодов, но в ряде бассейнов и для эпох, веков и даже более мелких подразделений. Палеофлексуры смещаются от древних к молодым комплексам по направлению к центру прогибания бассейна в данный период.

4. Межфлексурные зоны и относительно приподнятые участки представляют наименьший интерес для поисков нефти и газа.

5. В Прикаспийской впадине необходимо различать прибортовую полосу и центральную часть. В прибортовой полосе могут быть палеофлексурные зоны, а в центральной части бассейна, возможно, будут развиты более или менее узкие прогибы типа северогерманских трогов.

6. Отмеченные закономерности носят универсальный характер и должны определять рациональную методику и последовательность нефтепоисковых и разведочных работ в Прикаспийской впадине.

7. Первоочередная задача заключается в том, чтобы поставить поиски нефти и газа в Прикаспийской впадине на надежную региональную основу. Для этого в бортовой зоне необходимо провести по специальной методике дополнительные работы с целью выявления региональной структуры надсолевого комплекса.

8. Выбор стратиграфических объектов разведки на локальных солянокупольных структурах должен определяться принадлежностью их к палеофлексуре или палеопрогибу по соответствующим отложениям.

УДК 551.247:553.981'982(574.1—925.22)

# ЧЕРТЫ УНАСЛЕДОВАННОСТИ В СТРОЕНИИ ПРИКАСПИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕЩЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА

*Р. Б. СЕЙФУЛЬ-МУЛЮКОВ, М. А. ЗУБОВА, Н. С. ТОЛСТОЙ, А. Б. ЧЕПЕЛЮГИН, Г. А. ШЕРЕМЕТЬЕВА*

*(Москва, НИЛЗарубежгеология)*

Практика геологоразведочных работ на нефть и газ в Волго-Уральской области показала, что подавляющее большинство месторождений приурочено к линейным дислокациям (валам, флексурам и пр.), контролирующим локальные поднятия и связанные с ними залежи.

В Прикаспийской синеклизе, как части Русской платформы, естественно продолжаются структурные элементы Волго-Уральской области. Поэтому одним из наиболее перспективных путей поисков месторождений нефти и газа представляется выявление структурных и тектонических аналогов линейных дислокаций этой области. Если подобные структурные элементы удалось бы установить, то выбор объектов разведки из сотен соляных куполов, распространенных в Прикаспии, получил бы более закономерное обоснование.

До последнего времени поиски залежей нефти и газа в надсолевой толще ведутся во многих районах синеклизы, на сводах и склонах соляных куполов, независимо от приуроченности последних к тем либо иным структурным или тектоническим элементам. Практически бездоказательное предпочтение повсеместно отдается межкупольным мульдам большого размера. По-видимому, теоретическим обоснованием этого служит априорное мнение о залегании основных толщ, продуцирующих нефть и газ, в подсолевом палеозое. Отсутствие соли в межкупольных мульдах (доказанное лишь в некоторых из них, а в большинстве предполагаемое) и вероятная вертикальная миграция углеводородов через «окна» в соли считаются основными путями нефтегазонакопления в ловушках надсолевой толщи. Если принять на вооружение гипотезу вертикальной миграции нефти из подсолевого источника по «окнам» в соли и именно с ней связывать формирование залежей в надсолевой толще отложений, то необходимо выявить положение крупных отрицательных структурных элементов в подсолевом палеозое, зоны резкого изменения мощностей и флексуры на их склонах и бортах. Первые можно связывать с наиболее вероятными областями генерации нефтяных углеводородов, вторые — с наиболее мобильными, длительно развивавшимися швами и разломами фундамента. Они, очевидно, отвечают как в подсолевой, так и в надсолевой толще линейным дислокациям. Все ловушки, обусловленные соляной тектоникой или иными причинами, должны рассматриваться в качестве первоочередных с точки зрения поисков нефти и газа. Это объясняется тем, что при вертикальной миграции зоны градиентов мощностей, совпадающие в плане с флексурами, являются наиболее вероятным и легче осуществимым путем движения флюидов, а ловушки структурного и иного типа в линейных дислокациях будут прежде всего заполняться нефтью и газом.

Строение подсолевого палеозоя и закономерности соотношения его структуры с надсолевыми комплексами и солью изучались на основе анализа истории развития юго-восточной части Русской платформы и особенностей строения надсолевой толщи.

В истории развития платформы выделяются четыре этапа. Каждый из них характеризуется существенной перестройкой структурного плана и формированием самостоятельного структурного этажа. Нижний этаж охватывает интервал от поверхности фундамента до подошвы саргаевских отложений верхнего девона (рифей-нижнефранские отложения). Следующий верхнепалеозойский этаж соответствует интервалу от саргаевского времени до подошвы верхнего триаса включительно. Мезозой-палеогеновый этаж заключен в интервале от подошвы верхнего триаса до кровли палеогена. Верхний — неоген-четвертичный — имеет покровное залегание.

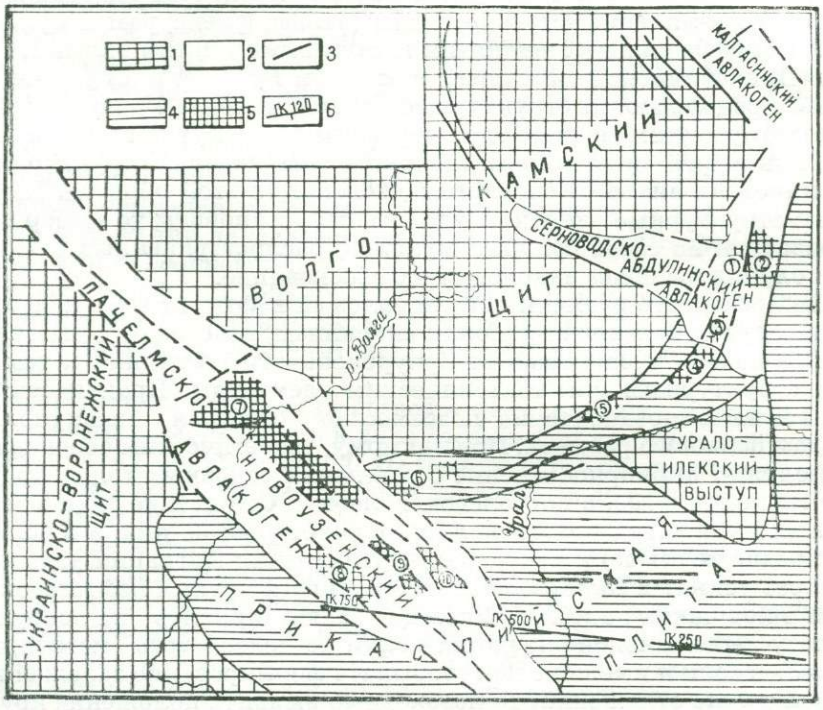



**Рис. 1. Палеотектоническая карта юго-востока Русской платформы к началу среднего девона.** *1* — область относительных поднятий (щиты, выступы); *2* — области преимущественных опусканий (плиты); *3* — рифейские авлакогены; *4* — выступы в пределах авлакогенов и областей опускания: *1* — Зильдияровский, *2* — Ишимбайский, *3* — Шарлыкский, *4* — Черноозерский, *5* — Ташлинский, *6* — Краснореченский, *7* — Саратовско-Степновский, *8* — Шерембетсайский, *9* — Междуреченский, *10* — Фурмановский; *5* — разломы, по которым происходили интенсивные перемещения до среднего девона; *6* — сейсмический профиль ГСЗ.

Распространение терригенных отложений нижнего структурного этажа контролируется положением крупных депрессий фундамента, имеющих общее северо-западное простирание. Они показаны на палеотектонической схеме структуры юго-востока Русской платформы к началу среднего девона (рис. 1). На карте видно, что структуры этого этажа прямо наследуют строение и морфологию поверхности фундамента,

для них свойственно северо-западное простирание. Единый крупный Пачелмско-Новоузенский авлакоген протягивается от Рязани до Камыш-Самарских озер в северо-западном Прикаспии, а возможно, и далее, к Южно-Эмбенскому району. Часть авлакогена, расположенная в Прикаспии, по данным глубинных сейсмических зондирований, характеризуется значительной раздробленностью подсолевых отложений вплоть до фундамента и поверхности Мохоровичича, пониженным гипсометрическим положением поверхности фундамента по сравнению с прилегающими участками, увеличением мощностей отложений от кровли подсолевых образований до фундамента (вероятно, за счет толщ рифея), четким разломным ограничением на всем протяжении. Структура осложняется выступами, имеющими также общее северо-западное простирание.

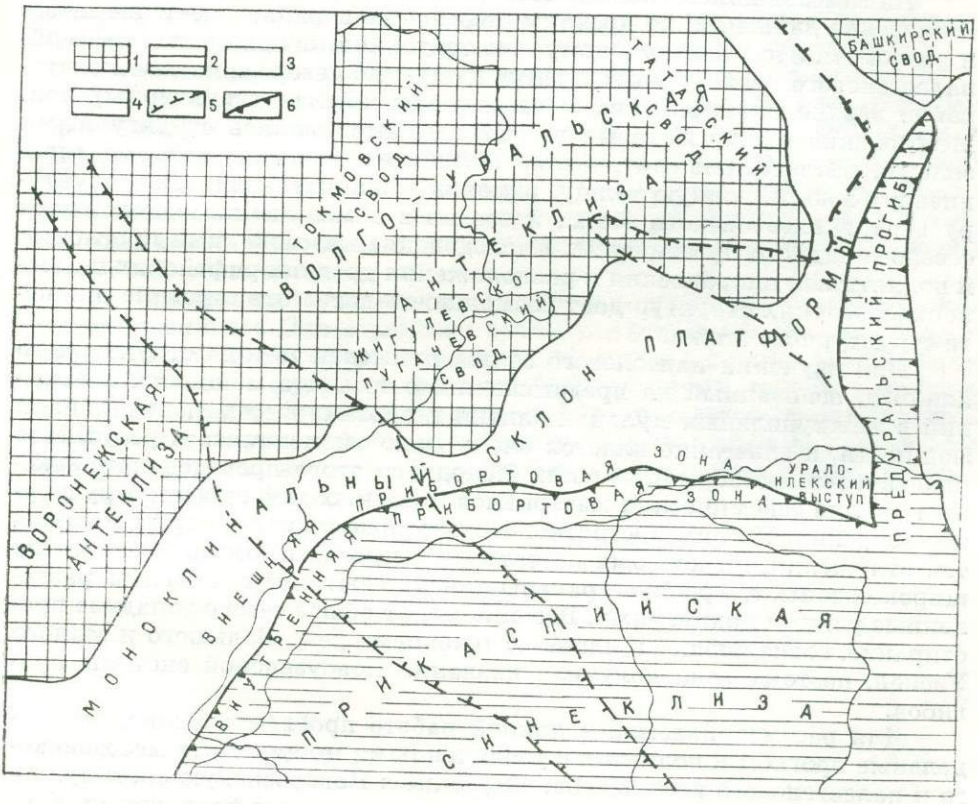



Рис. 2. **Палеотектоническая карта юго-востока Русской платформы к началу верхнего триаса.** *1* — области относительных поднятий (Волго-Уральская и Воронежская антеклизы); *2* — области преимущественных опусканий (Прикаспийская синеклиза и Предуральский передовой прогиб); *3* — моноклинальный склон платформы; *4* — внутренняя прибортовая зона Прикаспийской синеклизы; *5* — контуры древних рифейских прогибов; *6* — бортовой уступ Прикаспийской синеклизы и Предуральского передового прогиба.

В верхнем палеозое развитие Русской платформы протекало в условиях последовательного прогибания ее юго-восточной части, формирования Прикаспийской синеклизы, южных частей Предуральского передового прогиба и сопряженных с ним областей воздымания Воронежской и Волго-Уральской антеклиз. Это привело к формированию Прикаспийской синеклизы в ее современном виде (рис. 2).

В настоящее время достаточно обосновано мнение о том, что во внутренних районах Прикаспия в верхнем палеозое неоднократно формировались высокобитуминозные толщи — аналоги доманика Волго-Уральской области. Доказательством служат разрезы отложений доманикового типа, вскрытые непосредственно под солью скважинами 6 — Карпенской и 25 — Краснокутской в Саратовской области. В связи с этим можно полагать, что вся область Новоузенского авлакогена была местом преимущественной концентрации названных высокобитуминозных толщ. По своей тектонике и морфологии комплекс отложений, сформировавшийся в верхнем палеозое, может рассматриваться как новообразование, которое только в некоторой степени отражает структуру нижнего этажа. В этом одна из основных трудностей изучения тектонического строения Прикаспийской синеклизы.

На мезозой-палеогеновом этапе развития вновь возобновились тектонические движения по древним рифейским и раннедевонским швам и разломам. Это привело к тому, что тектонические элементы мезозой-палеогенового этажа имеют преимущественно северо-западное простирание верхнедокембрийских и нижнепалеозойских структурных зон. Мезозойские и палеогеновые прогибы ограничивались структурными зонами, наследовавшими древние рифейские разломы, которые «пронизали» всю осадочную толщу, изменив в значительной мере структуру верхнепалеозойского этажа и создав в нем линейные дислокации северо-западного простирания. Наследование мезозойскими прогибами и поднятиями направления и расположения древних рифейских и нижнепалеозойских структур дает возможность выяснить строение нижнего структурного этажа.

При изучении надсолевого этажа применен метод структурного анализа, основанный на представлении о том, что мощности отложений в межкупольных мульдах близки к первичной седиментационной мощности, а залегание пластов очень мало изменилось в результате пластических деформаций соли. Исходя из этого проведен комплексный анализ сейсмических материалов и данных глубокого и структурного бурения. По ним построены структурные карты и карты мощностей отложений, на которых достаточно четко наметилось положение широкой зоны, где распространены линейно-вытянутые прогибы, разделенные узкими поднятиями. Все они имеют общее северо-западное простирание, совпадающее в плане с течением рек Большого и Малого Узеней, поэтому зона получила название Новоузенской системы прогибов.

Для рассматриваемой в данной работе проблемы важно, что отдельные прогибы и поднятия с увеличенными мощностями мезозойского и палеогенового комплексов, входящие в Новоузенскую систему, пересекают борт синеклизы и, как правило, ограничены флексурами. Есть основание считать, что с Новоузенской системой совпадают прогибы и поднятия и в подсолевой толще.

В Волго-Уральской области подавляющее большинство месторождений нефти и газа приурочено к линейным дислокациям. Они тяготеют к шовным зонам и разломам фундамента, по которым проходят границы Татарского, Жигулевско-Пугачевского, Оренбургского, Воронежского сводов, Карамышской, Ставропольской, Серноводско-Абдулинской, Бузулукской и других впадин, а также мелких выступов, депрессий и котловин, осложняющих тектонические элементы более высоких порядков. В Прикаспийской синеклизе наметилось положение структурных зон подсолевого и надсолевого комплексов, по своей тектонической значимости, видимо, соответствующих аналогичным структу-

рам Волго-Уральской области. Эти зоны отвечают наиболее активным, длительно развивавшимся шовным и разломным зонам фундамента, над которыми при возобновлении движений формировались флексуры. С точки зрения условий нефтегазонакопления и миграции, это самые благоприятные зоны.

Особенно интересными для обнаружения залежей нефти и газа являются зоны сочленения Новоузенского авлакогена с ограничивающими его массивами. Северо-восточная граница Новоузенского авлакогена проходит по северо-восточному борту Кушумоузенской опущенной зоны, а юго-западная — по северо-восточным бортам Кайсацкого и Аралсорско-Джангалинского поднятий. Все ловушки, располагающиеся в этих зонах, находятся в оптимальных условиях и должны рассматриваться как первоочередные объекты для поисково-разведочных работ на нефть и газ. Несомненный интерес представляют также зоны линейных дислокаций внутри Новоузенской системы прогибов.

Из изложенного выше вытекают следующие основные выводы.

1. В настоящее время имеется возможность научно обосновать выбор из многих сотен солянокупольных структур, распространенных в северо-западной части Прикаспийской синеклизы, лишь тех, которые находятся в наиболее благоприятных для нефтегазонакопления условиях. Они расположены в зонах градиентов мощностей и флексур, являющихся структурными аналогами линейных дислокаций Волго-Уральской области.

2. Линейные дислокации могут быть установлены в надсолевой толще синеклизы. Они отражают самые древние шовные и разломные зоны фундамента и сформировались над ними в период активизации движений блоков фундамента по древним разломам и швам в мезозое.

3. Структурные элементы надсолевого комплекса Прикаспийской впадины наследуют в своем расположении и простирании древние рифейские прогибы, выступы и поднятия так же, как и в приподнятых частях Русской платформы.

УДК 551.4:551.24(574.1—925.22)

# ОТРАЖЕНИЕ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ В ЕЕ СОВРЕМЕННОМ СТРУКТУРНОМ ПЛАНЕ И РЕЛЬЕФЕ

*Л. Б. АРИСТАРХОВА, В. С. ЖУРАВЛЕВ*

*(Москва, МГУ, ГИН АН СССР)*

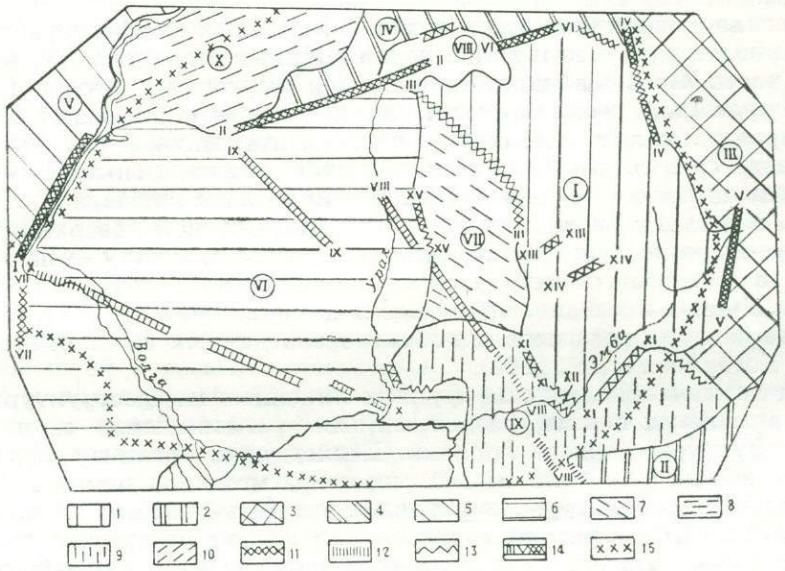
Материалы общего геоморфологического картографирования и специальные структурно-геоморфологические и неотектонические исследования (Аристархова, 1966, 1968; Аристархова, Кузьмин, 1967; Аристархова, Чертова, 1968; Кузьмин, 1966; Перминова, 1968; Свиточ, Мануйлова, 1967; Эвентов, Проничева, 1967) позволяют составить достаточно объективное представление о геоморфологическом строении, морфоструктуре и новейшей тектонике Прикаспийской впадины. Как показывают эти данные, основные черты современного рельефа Прикаспийской впадины прямо отражают особенности ее новейшей тектонической структуры. Это связано с относительной молодостью рельефа большей части впадины и с преобладанием тектонических факторов формирования ее рельефа над экзогенными, как денудационными, так и аккумулятивными. Можно полагать, что большинство из наиболее крупных морфоструктур предопределено глубинной тектоникой впадины.

На составленной с учетом комплекса структурно-геоморфологических показателей карте морфоструктур Прикаспийской впадины отчетливо выделяются линейные, а также площадные морфоструктуры первого и второго порядка (см. рис.).

Наиболее отчетливо по ярким прямым структурно-геоморфологическим признакам (уступ, ясный перегиб склона) прослеживаются линейные морфоструктуры первого порядка типа швов, ограничивающих площадные морфоструктуры. Приволжская (I—I) на западе, Северная Сыртовая (II—II) на севере, Зауральская Сыртовая (III—III) на северо-западе, Ергенинская (VII—VII) на юго-западе ограничивают новейшую Прикаспийскую (Букеевскую, по В. С. Журавлеву) синеклизу. Предуральская (IV—IV) на северо-востоке, Уральская (VI—VI) на севере, Актулагайская (XII—XII) на юго-западе, Мугоджарская (V—V) на востоке и Заэмбенская (XI—XI), или Чиркалинская, на юго-востоке оконтуривают новейшее блоково-моноклинальное поднятие Подуральского плато. Три последние линейные морфоструктуры выделены по косвенным структурно-геоморфологическим признакам: резкой границе комплексов типов рельефа, серии линейно-расположенных активных куполов и резкому изгибу морфоизогипс.

За исключением Зауральской Сыртовой, все эти линейные граничные морфоструктуры на всем или большем своем протяжении соответствуют предполагаемым уступам подсолевого ложа, а некоторые из них, по-видимому, и разломам фундамента. Прямые (уступы, перегибы склонов) и особенно яркие косвенные структурно-геоморфологические признаки (линейные цепочки очагов усиленного расчленения рельефа, линейно-расположенные системы куполов, наиболее активных в новей-

шее время, прямолинейные отрезки долин рек) послужили основанием для выделения региональных линейных морфоструктур типа внутренних региональных разломов: Азгирской (X—X), Узенской (IX—IX), Жолдыбайской (VIII—VIII). Связь Азгирской и Узенской линейных морфоструктур с уступами подсолевого ложа и, вероятно, с разломами фундамента уже отмечалась ранее. На отдельных отрезках совпадает с гравитационной ступенью и Жолдыбайская линейная морфоструктура.




**Карта региональных морфоструктур Прикаспийской впадины.** Региональные морфоструктуры первого порядка: *1* — Подуральское плато (I); *2* — северная часть плато Устюрт и Чаграйское плато (II); *3* — Актюбинское Приуралье и Мугоджары (III); *4* — южные отроги Общего Сырта (IV); *5* — восточный склон Приволжской возвышенности (V); *6* — Прикаспийская низменная равнина (VI); *7* — Зауральская наклонная равнина (VII); *8* — Уральская придолинная равнина (VIII); *9* — Предустюртская низкая равнина (IX); *10* — Сыртовая эрозионная равнина. Линейные морфоструктуры первого порядка: *11* — граничные швы, оконтуривающие морфоструктуры первого порядка (I—I — Приволжская, II—II — Северная Сыртовая, III—III — Зауральская Сыртовая, IV—IV — Предуральская, V—V — Мугоджарская, VI—VI — Уральская, VII—VII — Ергенинская); *12* — внутренние региональные разломы (VIII—VIII — Жолдыбайский, IX—IX — Узенский, X—X — Азгирский); *13* — линейные морфоструктуры второго порядка (XI—XI — Заэмбенская, или Чиркалинская, XII—XII — Актулагайская, XIII—XIII — Уильская, XIV—XIV — Аще-Уильская, XV—XV — Байгутинская); *14* — участки линейных морфоструктур любого порядка, совпадающие с разрывными нарушениями, намеченными по геолого-геофизическим данным; *15* — граница области распространения соляной тектоники.

Несколько менее отчетливо приурочены к геофизическим ступеням линейные морфоструктуры второго порядка, устанавливаемые по прямым и косвенным структурно-геоморфологическим признакам. Среди морфоструктур этой группы наиболее очевидно совпадение Уильской линейной морфоструктуры (XIII—XIII) с гравитационной ступенью, маркирующей Хобдинский разлом, а также Аще-Уильской (XIV—XIV) и Байгутинской (XV—XV) морфоструктур, первой — с

гравитационной ступенью, второй — с разломом, выявленным электроразведкой.

Таким образом, в Прикаспийской впадине наблюдается хорошая коррелируемость линейных морфоструктур с уступами подсолевого ложа и разломами фундамента, предполагаемыми по геофизическим материалам. Около 70% линейных морфоструктур первого и второго порядка соответствуют полностью или на большем своем протяжении разломам, предполагаемым по тем или иным геофизическим данным.

Тесная связь крупных разломов и линейных морфоструктур дает основание считать, что и те немногие крупные линейные морфоструктуры (часть Жолдыбайской, Зауральская Сыртовая), которые пока не зафиксированы в геофизических полях впадины, отражают уступы подсолевого ложа и, возможно, фундамента. Интересно, что плохо улавливается в геофизических полях субмеридиональный уступ, прослеживающийся по характеру современного плана примерно по долине Урала. К востоку от этой линии на доакчагыльской поверхности распространены преимущественно отложения мела, к западу — палеогена. Подошва палеогена к западу от названной линии опущена почти на 1000 *м*. Лишь в последнее время вдоль долины Урала стали допускать наличие разлома на основании электроразведочных наблюдений (Неволин, Богданова и др., 1968).

Как отмечалось, многие крупные линейные морфоструктуры служат граничными швами, разделяющими региональные площадные морфоструктуры первого порядка. Последние по режиму тектонических движений в течение новейшего этапа можно объединить в три группы: морфоструктуры, характеризующиеся режимом устойчивых новейших поднятий разной интенсивности; морфоструктуры, расположенные в районах со сложным инверсионным режимом новейших тектонических движений; морфоструктуры с устойчивым новейшим опусканием.

Морфоструктуры первой группы в морфогенетическом отношении представляют собой в разной степени расчлененные структурно-денудационные равнины, плато и низкогорья. Процессы денудации здесь явно преобладают над аккумуляцией рыхлых отложений. К морфоструктурам этой группы собственно Прикаспийской впадины относится только Подуральское плато. Принимая вслед за Ю. А. Мещеряковым (1960) и А. П. Рождественским (1965) двойное геоморфологическое и структурное наименование морфоструктур, мы назвали его структурно-денудационным ступенчато-наклонным плато, соответствующим блоково-моноклинальному новейшему поднятию. На рисунке оно обозначено цифрой I. Другие региональные морфоструктуры первой группы в пределы рассматриваемой территории заходят только частями и относятся к морфоструктурам обрамления Прикаспийской впадины. Таковы, например, северная часть структурно-денудационного, практически нерасчлененного плато Устюрт и Чаграйского плато — часть новейшего слабо дислоцированного поднятия (II); низкое плоскогорье Актюбинского Приуралья и мелкосопочник Мугоджар — новейшее сводовое поднятие, которое можно назвать Актюбинско-Мугоджарской новейшей антеклизой (III); возвышенная денудационная равнина южных отрогов Общего Сырта, по данным А. В. Вострякова (1967),— новейшее валообразное поднятие на склоне Волго-Уральской антеклизы (IV); восточный склон Приволжской структурно-денудационной ступенчатой возвышенности — новейшая моноклиналь — склон новейшей Воронежской антеклизы (V).

Морфоструктуры второй группы (со сложным инверсионным режимом новейших тектонических движений) не столь однородны по общему облику рельефа. Среди них выделяются низкие аккумулятивные равнины (абсолютные отметки 50—100 *м*) и аккумулятивно-денудационные и денудационно-аккумулятивные пониженные равнины, абсолютная высота которых около 80—120 *м* (местами опускается почти до нулевых отметок). В течение новейшего тектонического этапа морфоструктуры этой группы то интенсивно прогибались вместе с новейшей Букеевской синеклизой (VI), то поднимались одновременно с прилегающей частью новейшего блоково-моноклинального поднятия Подуральского плато. Таковы Зауральская наклонная аллювиально-дельтовая равнина—опущенный блок новейшего блоково-моноклинального поднятия Подуральского плато, захватывавшийся прогибанием Букеевской синеклизы в верхнем плиоцене (VII); Уральская придолинная аллювиальная равнина — залив новейшей Букеевской синеклизы (VIII); Предустюртская аккумулятивно-денудационная равнина — опущенный блок новейшего блоково-моноклинального поднятия Подуральского плато, втянутый в прогибание Букеевской новейшей синеклизы в верхнеплейстоценовое время (IX); Сыртовая аккумулятивно-денудационная равнина — опущенный блок Волго-Уральской антеклизы, втянутый в прогибание в четвертичное время при формировании новейшей Букеевской синеклизы.

К морфоструктуре Прикаспийской впадины, характеризующейся устойчивым новейшим опусканием (третья группа), принадлежит новейшая Букеевская синеклиза (VI).

Четкий морфогенетический тип и особенности новейших тектонических движений каждой перечисленной региональной площадной морфоструктуры позволяют предполагать, что их обособление связано с особенностями глубинного тектонического строения территории. Об этом говорит и ограничение большинства морфоструктур по линейным морфоструктурам, отражающим разломы глубокого заложения. Положительные региональные морфоструктуры, вероятно, обусловлены положительными новейшими подвижками крупных блоков фундамента, отделенных друг от друга тектоническими швами. Морфоструктуры в переходной зоне скорее всего являются блоками фундамента, принадлежащими к прилегающим положительным региональным морфоструктурам и втянутыми в разное время в прогибание в связи с формированием новейшей Букеевской синеклизы.

Внутри региональных морфоструктур первого порядка по прямым и косвенным структурно-геоморфологическим показателям отчетливо выделяются положительные и отрицательные локальные морфоструктуры второго порядка. В Подуральской региональной положительной морфоструктуре выделено 10 положительных и 5 отрицательных. В области Прикаспийской морфоструктуры — новейшей синеклизы —12 положительных и 5 отрицательных. Среди морфоструктур переходной зоны —1 положительная и 2 отрицательных.

Геологический и геоморфологический неотектонический анализ позволяет почти все морфоструктуры второго порядка связывать с соответствующими новейшими тектоническими структурами. К их числу относятся и приразломные, обособившиеся в результате активизации в новейшее время тектонических нарушений регионального характера (Зауральская, Утвинская, Большехобдинская, Азгирская).

Произведенный Ю. Я. Кузьминым (1966) анализ показал хорошее совпадение новейших структур с мезозойскими структурами и в большинстве случаев наложенный характер по отношению к палеозойским.

Однако последнее заключение, на наш взгляд, преждевременно. Еще не накоплено достаточно данных для уверенного суждения о палеозойской структуре впадины и тем более для обоснованного выделения палеозойских локальных поднятий и прогибов.

Намеченная связь между глубинным строением Прикаспийской впадины и ее крупными морфоструктурными элементами, а также совпадения поднятий, прогибов, фундамента подсолевого ложа, новейших структур и морфоструктур позволяют предполагать, что глубинное строение впадины отражено в ее рельефе полнее, чем обычно считают.

Все это вселяет уверенность в том, что использование в комплексе с геолого-геофизическими материалами данных о морфоструктуре и новейшей тектонике может существенно помочь выяснению особенностей глубинного строения Прикаспийской впадины.

## ЛИТЕРАТУРА

Аристархова Л. Б. — Труды ВНИГНИ, вып. 54. М., «Недра», 1966.

Аристархова Л. Б. — Тезисы докладов на межвузовской научной конференции в МИНХ и ГП им. И. М. Губкина (ротапринт). М., 1968.

Аристархова Л. Б., Кузьмин Ю. Я. — В сб.: «Тектонические движения и новейшие структуры земной коры». М., «Недра», 1967.

Аристархова Л. Б., Чертова С. О.— В сб.: «Геоморфологический анализ при геологических исследованиях в Прикаспийской впадине». М., Изд-во МГУ, 1968.

Востряков А. В. Неогеновые и четвертичные отложения, рельеф и неотектоника юго-востока Русской платформы. Саратов, изд. Саратовского ГУ, 1967.

Журавлев В. С. Основные черты глубинной тектоники Прикаспийской синеклизы. Труды ГИН АН СССР, вып. 42. М., «Наука», 1960.

Кузьмин Ю. Я. — Труды ВНИГНИ, вып. 54. М., «Недра», 1966.

Мещеряков Ю. А. Морфоструктура равнинно-платформенных областей. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Неволин Н. В., Богданова С. В. и др. — В сб.: «Геологические результаты прикладной геофизики». (Международный геологический конгресс, XXIII сессия. Доклады советских геологов. Проблема 5). М., «Наука», 1968.

Перминова В. Н. — В сб.: «Геоморфологический анализ при геологических исследованиях в Прикаспийской впадине». М., Изд-во МГУ, 1968.

Рождественский А. П. — В сб.: «Вопросы методики изучения новейших тектонических движений Волго-Уральской области». Казань, Изд-во КазГУ, 1965.

Свиточ А. А., Мануйлова И. А. — В сб.: «Тектонические движения и новейшие структуры земной коры». М., «Недра», 1967.

Эвентов Я. С., Проничева М. В. — В сб.: «Тектонические движения и новейшие структуры земной коры». М., «Недра», 1967.

УДК [551.24+553.981'982](574.1—925.22)

# ОСОБЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ГАЗОНЕФТЕНОСНОСТИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*Д. Л. ФЕДОРОВ, С. И. КУЛАКОВ*

*(Элиста, «Калмыкнефтегазразведка»)*

Специфика геологического строения юго-западной части Прикаспийской впадины определяется прежде всего тем, что ее обрамляет молодая эпигерцинская платформа. Несомненно, это не могло не повлиять на глубинную структуру рассматриваемого района.

В отличие от запада Прикаспийской впадины граница внешней прибортовой зоны и области солянокупольной тектоники нечеткая и определяется контурами Астраханского, Каракульского и Батыр-Малинского поднятий, приобретая вследствие этого заливообразный характер. Вместе с тем региональными сейсмическими профилями в нескольких пересечениях установлены значительные (до 2 *км*) вертикальные смещения по основным преломляющим горизонтам, включая кристаллический фундамент, что подтверждает предположение о наличии здесь своеобразного бортового уступа, разделяющего внешнюю и внутреннюю зоны. Бортовой уступ фиксируется приуроченными к нему крупными соляными массивами вытянутой формы.

Внутренняя часть впадины характеризуется проявлением соляной тектоники. По существу, в ней нет солянокупольных структур, тождественных по морфологии, степени прорыва надсолевых отложений соляным ядром, истории геологического развития. Сейчас буровые работы сосредоточены на солянокупольных структурах с глубоко погруженными ядрами. Типичным примером такого рода куполов является Бугринский. Для него характерны ступенчатое увеличение амплитуды структуры сверху вниз, локальные перерывы осадконакопления и размывы свода, обусловленные подъемом соляного ядра. Особый интерес представляют межкупольные структуры, к которым можно отнести Шаджинское поднятие. Отличительные черты его строения — малая амплитуда (до 25 *м*), отсутствие локальных размывов и тектонических нарушений.

Важной особенностью внутренней зоны Прикаспийской впадины являются довольно резкие фациальные изменения соленосной толщи. На Чапаевской солянокупольной структуре, непосредственно примыкающей к Батыр-Малинскому выступу, вскрыта монотонная толща галита мощностью свыше 1200 *м*. На Царынской площади, расположенной между Сарпинским и Соляно-Займищенским соляными массивами, соленосная толща мощностью более 650 *м* представляет собой переслаивание галита, аргиллита, алевролита и даже грубозернистого песчаника. Здесь отмечено интересное соотношение условий залегания соленосной и надсолевой толщ. Материалы сейсморазведки и бурения указывают на то, что в надсолевом комплексе имеется куполовидное поднятие с амплитудой до 75 *м*. Однако по кровле соленосной толщи

профилем скважин фиксируется моноклинальный подъем в южном направлении.

Нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины, несмотря на весьма малый объем буровых работ, выявлена в достаточно широком стратиграфическом диапазоне. В верхнепалеозойских отложениях на Далан-Алдынской площади известны керны с повышенной битуминозностью, а в отдельных интервалах — с запахом легкой нефти. Из нижнетриасовых отложений промышленный приток газа дебитом 169,5 тыс. $м^3/сут$ на 9-миллиметровом штуцере получен на Бугринской площади. Имеются данные о газоносности известняков среднего — верхнего триаса. Юрские отложения (байос) промышленно нефтеносны на Бошкульской площади, где дебит нефти достигал 98 $т/сут$. В нижнемеловых отложениях небольшая газовая залежь обнаружена на Халганской солянокупольной структуре. Из эоценовых песчаников на Царынской площади получен приток газа дебитом 58,1 тыс. $м^3/сут$ на 12,9-миллиметровом штуцере. В плиоценовых отложениях оконтурена небольшая залежь газа на Кирикилинской площади. Мощные газопроявления были на Лебяжинской площади. Перспективные горизонты меловых и палеогеновых отложений на большей части территории находятся на небольших глубинах (500—1200 $м$), что позволяет рассчитывать на рентабельность разведки и эксплуатации даже мелких залежей газа. Особое значение имеет оценка газоносности триаса. Полупромышленный приток газа (2000 $м^3/сут$) здесь получен на Шаджинской площади, а на Халганской установлена предельная газонасыщенность пластовых вод нижнетриасовых песчаников (ветлужская серия). Таким образом, вырисовывается весьма благоприятная перспектива поисков относительно крупных залежей газа в триасе.

Очень мало сведений о газонефтеносности соленосного комплекса и подсолевого палеозоя. Тем не менее обе эти толщи, особенно подсолевые отложения, рассматриваются как высокоперспективные объекты поисков газовых залежей. В скважине 1 — Степновской при вскрытии подсолевых отложений газонакопления были вдвое выше против фоновых, а на глубине 4240 $м$ (на 30 $м$ ниже кровли подсолевого комплекса) содержание горючего газа в промывочной жидкости превысило 1%. Повышенными показаниями сопровождалось бурение по отдельным интервалам соленосных отложений.

Таким образом, становится очевидной необходимость дальнейшего наращивания темпов геолого-геофизических работ в юго-западном Прикаспии. Для ориентировки этих работ на выявление наиболее крупных месторождений нефти и газа нужна система опорных комплексных профилей, сочетающих выполненные на современном уровне геофизические исследования с бурением параметрических скважин глубиной 4,5—6 $км$.

Один из профилей должен пройти параллельно северному ограничению сложного вала Карпинского и пересечь систему краевых поднятий и выступов подсолевого палеозоя. На этом профиле планируется пробурить Каракульскую параметрическую скважину с проектной глубиной 5000 $м$ в пределах одноименного поднятия, Пионерскую параметрическую скважину глубиной 4000 $м$ и Долгожданную скважину глубиной 5000 $м$ на соответствующих локальных структурах Астраханского поднятия. Продолжением его на левобережье Волги будет Красноярская параметрическая скважина с проектной глубиной 4500 $м$. На западном окончании профиля предполагается бурение Карасальской скважины с проектной глубиной 4500 $м$ между западной границей Батыр-Малинского выступа и Волгоградской флексурой. Важное значение

будет иметь Аршань-Зельменская скважина, которую необходимо пробурить в своде одноименного подсолевого поднятия, и Сухотинская — в межнадвиговой зоне сочленения бортового уступа со сложным валом Карпинского.

Изучение условий залегания и перспектив нефтегазоносности надсолевого комплекса должно быть проведено по ряду профильных пересечений, важнейшими из которых являются субширотный профиль через систему положительных структур второго порядка внутренней прибортовой части Прикаспийской впадины и субмеридиональный — по правобережью Волги.

УДК 551.24:553.981'982:550.812(574.1—925.22)

# ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ И МЕТОДИКА НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ

*А. А. АКСЕНОВ*

*(Волгоград, ВНИИНГП)*

Нижнее Поволжье отличается сложностью строения и геологического развития отдельных районов. Для восточной его части характерно активное проявление соляного тектогенеза, а на прилегающей к нему с северо-запада и запада обширной территории развиты обычные платформенные поднятия. Эта особенность дает возможность обособить здесь два крупных геотектонических элемента — солянокупольную область Прикаспийской впадины и зону ее внешнего обрамления, разделенных четко выраженной гравитационной ступенью, соответствующей борту впадины. При этом собственно Прикаспийская впадина может быть подразделена на западную прибортовую и южную краевую части.

Анализ истории геологического развития региона позволяет выделить в Прикаспийской впадине и в зоне ее внешнего обрамления два основных структурных этажа, которые достаточно полно отражают особенности его строения. К верхнему структурному этажу Прикаспийской впадины отнесены отложения от поверхности галогенного кунгура до эоцена включительно.

По преобладанию тех или иных морфологических типов соляных структур **западная прибортовая часть впадины** расчленяется на шесть зон (рис.).

*Прибортовая зона соляных антиклиналей* находится непосредственно у борта впадины. Здесь зафиксировано несколько узких линейновытянутых антиклинальных складок, расположенных кулисообразно. Кровля соли в них залегает на глубине от 500 до 1500 *м*.

*Кайсацко-Ленинская зона межкупольных прогибов.* В ее пределах установлено несколько линейно-вытянутых соляных гряд, разграниченных относительно широкими прогибами. На некоторых участках от основных гряд ответвляются через небольшие перешейки боковые соляные тела, которые глубоко вдаются в межкупольные депрессии. Такие структурные формы представляют большой поисковый интерес. Глубина кровли соли на куполах, осложняющих гряды, колеблется от 500 до 1500 *м*. В данной зоне находятся Касаткинский, Буденновский и Кайсацко-Житкурский прогибы, где поверхность соли залегает на глубинах 4000—4500 *м*. В прогибах имеются отдельные широкие мульды, разделенные перешейками, на которых развиты глубоко погруженные соляные купола и межкупольные поднятия.

*Гмелинско-Новоузенская зона погруженных соляных структур.* Ее особенностью является развитие наряду с крупными и приподнятыми соляными грядами небольших относительно погруженных гряд. Они расположены параллельно крупным грядам и осложняют их склоны.

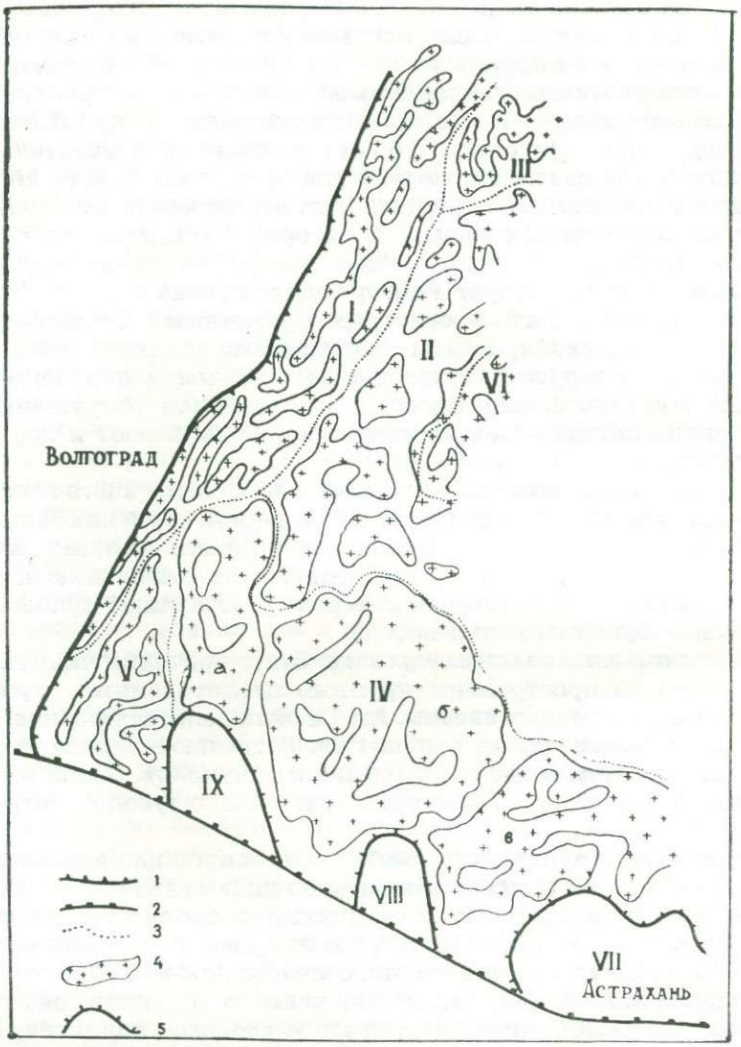



**Схема районирования западной части Прикаспийской впадины** (по надсолевому комплексу). *1* — гравитационная ступень (борт впадины); *2* — Северо-Донецкий разлом; *3* — граница зон; *4* — соляные антиклинали и купола; *5* — блоковые поднятия. Западная прибортовая часть впадины: I — прибортовая зона соляных антиклиналей; II — Кайсацко-Ленинская зона межкупольных прогибов; III — Гмелинско-Новоузенская зона погруженных соляных структур; IV — Сарпинская зона крупных соляных массивов (*а* — Сарпинский, *б* — Соляно-Займищенский, *в* — Полынно-Харбинский); V — Карасальская зона соляных куполов; VI — Эльтонская зона соляных куполов. Южная краевая часть впадины: VII — Астраханское, VIII — Сайгачинское, IX — Батыр-Малинское блоковые поднятия.

Здесь характерно отсутствие четкой линейной ориентировки отдельных гряд и наличие северо-восточных, северо-западных и субмеридиональных их простираний, а также разветвлений. Наибольший поисковый интерес в данной зоне представляют мелкие относительно погруженные соляные структуры, расположенные на прогнутых и периклинальных частях соляных гряд или же осложняющие отроги более крупных куполов. Таковы, например, Таловский, Спортивный, Старшинов-

ский и другие купола, выявленные в Новоузенской депрессии, где установлена промышленная газоносность верхневолжских отложений.

*Сарпинская зона крупных соляных массивов.* Здесь развиты крупные соляные массивы, осложненные внутренними (наложенными) депрессиями, соляными грядами, антиклиналями и куполами. Внутренние депрессии достаточно глубоки и выполнены относительно молодыми, главным образом послетриасовыми осадками. На западе зоны выделяется Сарпинский соляной массив, ограниченный с запада глубоким Комсомольским прогибом, в котором установлены юрские и триасовые отложения большой мощности. Центральная часть массива прогнута, и ей соответствует Райгородский прогиб с двумя крупными мульдами, выполненный в основном третичными отложениями. Во внутренних депрессиях развиты погруженные соляные купола. Располагаются они на террасах и перешейках, разделяющих депрессию на отдельные мульды. Борта массива осложняются погруженными соляными антиклиналями. Аналогичное строение имеют и другие соляные массивы.

*Карасальская зона соляных куполов* находится в юго-западном углу впадины, в районе виргации гравитационной ступени. Зона изучена слабо. Наряду с соляными грядами и антиклиналями здесь развиты соляные тела с субширотным и поперечным (по отношению к соляным грядам) простиранием. Большой интерес представляют купола, глубоко вдающиеся в Комсомольский прогиб.

*Эльтонская зона соляных куполов.* Эта территория наименее исследована. Здесь распространены крупные изолированные купола прорванного типа с широким сводом, где на соли непосредственно залегают неогеновые и четвертичные отложения. Встречаются также изогнутые и ветвистые цепочки более мелких соляных куполов. В обширных межкупольных депрессиях, возможно, развиты глубоко погруженные купола.

К нижнему структурному этажу солянокупольной области условно относятся нижнепермско-каменноугольные отложения. Изучен он очень слабо. В региональном плане рассматриваемая территория представляет собой моноклиналь, погружающуюся к центральной части впадины, с глубинами залегания подсолевого ложа от 4000 *м* у борта до 8000 *м* к центру. В ее пределах можно условно выделить зону поднятий подсолевого ложа, Соляно-Займищенское сводовое поднятие, Баткульский и Владимирский прогибы.

*Зона поднятий подсолевого ложа* непосредственно примыкает к борту впадины и характеризуется наличием многочисленных структурных носов и локальных выступов. Амплитуда выступов достигает 500 *м*, а размеры их — 50×25 *км*. С севера на юг располагаются следующие участки приподнятого залегания подсолевого ложа: Александровский, Кисловский, Пролейский, Ленинский, Тингутинский и Ушаковский. Помимо приподнятых участков в этом регионе фиксируются крупные разломы, с которыми, возможно, сопряжены соляные антиклинали и гряды лежащего выше структурного этажа.

*Соляно-Займищенское сводовое поднятие* в подсолевом комплексе соответствует северной части большого одноименного соляного массива. Оно имеет две вершины — Красносельскую и Енотаевскую. Амплитуда его более 500 *м*, размеры — порядка 100×80 *км*.

*Баткульский прогиб* северо-западной ориентировки имеет ширину 50—75 *км* и длину 350 *км*. Поверхность подсолевого ложа погружается здесь до 8 *км* и более. Прогиб отделяет зону поднятий подсолевого ложа от Соляно-Займищенского сводового поднятия.

*Владимирский прогиб* субширотного простирания отделяет Солянo-Займищенское сводовое поднятие от южной краевой части впадины. Прогиб осложняется широкими заливообразными отвержками, простирающимися в южном направлении и разграничивающими отдельные блоки южной краевой части.

**Южная краевая часть впадины** представляет собой систему приподнятых и опущенных блоков, возникших в результате разломов кристаллического фундамента. Амплитуда смещения блоков, по данным профилей КМПВ, достигает 3000 *м*, причем в опущенные в виде поперечных грабенов участки заливообразно заходят галогенные образования кунгура. В целом же этот регион характеризуется отсутствием соляной тектоники; на тех участках, где фиксируется соль, она залегает пластообразно. В краевой части впадины находятся Астраханское, Батыр-Малинское и Сайгачинское блоковые поднятия.

*Астраханское блоковое поднятие* — это крупная структура платформенного типа размером 150×60 *км*. По данным сейсморазведки, поднятие четко прослеживается начиная с нижнекаменноугольных отложений, а вверх постепенно выполаживается. Структура по фундаменту смещена относительно каменноугольной к северо-западу.

*Батыр-Малинское блоковое поднятие,* вероятно, разбито дизъюнктивными нарушениями на более мелкие блоки. Движения по этим блокам унаследованно развивались и в верхнепермскую эпоху, о чем свидетельствует выпадение из разреза отдельных толщ пермотриасового комплекса.

*Сайгачинское поднятие* является наименее изученным. Строение его, очевидно, аналогично Астраханскому и Батыр-Малинскому.

Приведенные данные позволяют сформулировать следующие основные задачи дальнейших работ:

— исследование особенностей строения межкупольных мульд и погруженных склонов солянокупольных структур с оценкой перспектив нефтегазоносности по надсолевому комплексу;

— изучение характера залегания и разреза подсолевых отложений с оценкой перспектив их нефтегазоносности.

Решение этих задач должно предусматривать прежде всего осуществление комплексного плана региональных и поисковых геолого-геофизических работ, включающего электроразведочные исследования (МТТ и МТЗ), комбинированные сейсморазведочные профили КМПВ — МРНП — МОВ (по картированию горизонтов надсолевого комплекса, поверхности соли и подсолевых отложений), а также бурение параметрических и поисковых скважин. Закладывать глубокие скважины на первом этапе надо в межкупольных зонах с предполагаемым развитием наибольших мощностей отдельных литолого-стратиграфических комплексов. Кроме того, в задачу обобщения данных, полученных в результате выполнения рекомендованных работ, должно входить уточнение критериев оценки перспектив нефтегазоносности отдельных солянокупольных структур и районов, без разработки которых проведение дальнейших нефтегазопоисковых работ представляется весьма затруднительным.

УДК 551.247:553.981'982(574.1—925.22)

# СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СОЛЯНЫХ ВАЛОВ СЕВЕРНОЙ БОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*С. Г. ДАУМОВ, К. А. ЛИ, И. Г. ЛАТА, С. К. КУРМАНОВ*

*(Уральск, трест «Уральскнефтегазразведка»; Алма-Ата, МГ КазССР)*

Северная бортовая зона Прикаспийской впадины характеризуется особыми чертами геологического строения. Соленосная толща здесь подвергалась пластическим деформациям, тем не менее мощность ее резко не отличается от мощности соли внешнего бортового обрамления. Пластические перемещения соли захватили лишь верхнюю часть толщи. Нижняя же почти согласно перекрывает подсолевые отложения, а кровля толщи образует один-два валообразных поднятия, вытянутых вдоль бортового уступа. Эти вытянутые соляные массивы мы называем соляными валами. Первый вал примыкает к Токаревско-Жадовскому уступу или как бы наплывает на него. У него узкий свод, залегающий на глубине порядка 1000 *м*. Высота его составляет 1100—1300 *м*. Второй соляной вал, расположенный на 1,5—2 *км* южнее первого, имеет более обширный свод на глубине около 1800 *м*, значительно большую вертикальную мощность (1500—1700 *м*) соли и осложнен локальными вздутиями, вершины которых находятся на глубине 800—1200 *м*.

Южнее второго соляного вала распространена уже мощная толща соли (до 4—5 *км*), образующая вытянутый параллельно бортовому уступу соляной массив, или соляную гряду.

В зоне Токаревского регионального нарушения надсолевой комплекс отложений, слагающий над вторым соляным валом вытянутые антиклинальные складки (Усовская) с отдельными куполовидными поднятиями (Павловское, Тепловское, Восточно-Тепловское), погружается в сторону названного нарушения. Западнее Озинок, в районе Озинки — Ершов, надсолевые отложения испытывают подъем в сторону бортового уступа. Еще западнее, на участке Ершов — Ждановка, картина вновь меняется: отмечается резкое погружение надсолевых пород от второго соляного вала в сторону бортового уступа.

Надсолевые отложения на втором соляном валу разбиты в сводовой части продольными тектоническими нарушениями. Характерно наличие центрального грабена, которым локальные вздутия на соляном валу делятся на два крыла. Часто своды поднятий размыты до отложений нижнего триаса. На своде первого вала залегают красноцветы нижнего триаса, а отложения верхней перми прорваны.

Как показали результаты бурения на Усовской, Тепловской и Павловской площадях, надсолевые отложения оказались малоперспективными в связи с отсутствием хороших коллекторов в отложениях верхней перми и триаса, а также вследствие литологического замещения регионально нефтегазоносных карбонатных образований калиновской свиты красноцветными терригенными отложениями.

Перспективы поисков нефтяных залежей в надсолевых отложениях, покрывающих соляные валы, следует связывать с теми участка-

ми, где калиновская свита казанского яруса представлена карбонатными породами, т. е. в районах восточнее г. Аксая и западнее г. Уральска.

Относительно подсолевых отложений прежде всего следует отметить, что во внутренней части северной бортовой зоны подсолевые породы вскрыты единичными скважинами, а на участке Токаревского регионального нарушения — лишь одной Тепловской параметрической скважиной П-1. Поэтому геологическое строение внутренней части бортовой зоны бурением почти не изучено.

По данным геофизики, подсолевые отложения на участке Токаревско-Жадовского уступа погружаются постепенно. Так, в скважине П-1 артинско-сакмарские отложения, как и нижние горизонты соли (сульфатная толща), очень полого поднимаются на север и без резкого вертикального смещения переходят во внешнюю часть бортовой зоны.

Кроме артинско-сакмарских скважиной вскрыты отложения верхнего, среднего и нижнего карбона (визейский ярус), где по газокаротажу в интервале 3987—4052 *м* (подольский горизонт) отмечены повышенные газопоказания (до 4%). Состав газа: метан, водород, этан, бутан и пропан.

При бурении интервала 4042—4052 *м* скважина переливала минерализованной водой с дебитом 2 $м^3/час$. Отобранная на анализ из устья скважины вода имеет удельный вес 1,09 $г/см^3$ и относится к хлор-кальциевому типу.

Керн (аргиллит) с интервала 4141—4148 *м* люминесцировал сплошным желтым цветом в верхней части и отдельными пятнами в нижней. Шлам с глубины 4148 *м* светился темно-желтым цветом, при бурении наблюдались повышенные газонакопления (более 2000 *мка*). Разгонка показала присутствие водорода и в меньшем количестве метана, этана и пропана.

В интервале 4156—4263 *м* газонакопления доходили до 2000 *мка*. Содержание газа аналогично описанному выше. Шлам и промывочная жидкость с этой глубины люминесцировали темно-желтым цветом.

Таким образом, данные сейсморазведочных и буровых работ за последние годы опровергают высказывания многих исследователей о значительных дислокациях подсолевых отложений в полосе Токаревско-Жадовского уступа.

Результаты бурения скважины П-2 на Чинаревской площади, расположенной во внешней части северной бортовой зоны Прикаспийской впадины, подтверждают наличие Ташлинского выступа в фундаменте. В ней, как и в скважине П-25 Ташлинской, выпадают из разреза отложения верхнего карбона, мячковского, подольского, части или, возможно, всего каширского горизонта среднего карбона. Предполагается, что выступ фундамента продолжается в сторону Прикаспийской впадины, т. е. во внутренней части северной бортовой зоны ее после ассельского яруса, очевидно, будут вскрыты отложения верейского горизонта среднего карбона.

Перспективы нефтегазоносности подсолевых отложений во внутренней части северной бортовой зоны Прикаспийской впадины мы связываем с Западно-Тепловской, Усовской, Павловской, Уральско-Илекской площадями. Подтверждением этого является недавнее открытие крупного газоконденсатного месторождения на Оренбурском валу.

Совокупность приведенных материалов, а также установленные признаки нефтегазоносности в палеозое на Уральском участке внешней части бортовой зоны Прикаспийской впадины могут служить вескими обоснованиями для расширения поисково-разведочных работ в зоне северного борта, на территории Уральской области.

УДК 552.578.3(574.1—925.22)

# БИТУМИНОЗНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИКАСПИЯ И ВОЗМОЖНОСТЬ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

*И. И. ШМАЙС*

*(Алма-Ата, Казахский политехнический институт)*

Геохимические исследования отложений Прикаспийской впадины, производящиеся нами с 1958 г., позволяют выделить в разрезе породы, относящиеся к категории сингенетично-нефтегазоносных свит.

В изученной части разреза сингенетично-нефтегазоносные свиты установлены в отложениях девона, карбона и артинских. Высокая битуминозность этих отложений наблюдается в Актюбинском Приуралье, Западном Примугоджарье и Северной прибортовой зоне междуречья Урала и Волги. В кунгурских соленосных породах битумы почти полностью отсутствуют. В надсолевых мезозойских отложениях высокой битуминозностью отличаются толщи нижнего — среднего (?) триаса, средней юры и нижнего мела.

Подробно характеристика распределения битумоидов в перечисленных толщах изложена в работах И. И. Шмайса (1960), И. И. Шмайса и Е. В. Белова (1964), Л. Г. Космачевой и И. И. Шмайса (1959), П. Т. Гайкового и И. И. Шмайса (1968) и др. Поэтому нет необходимости приводить вновь эти сведения.

Нефтепроизводящие свиты выявлены как в палеозойских (подсолевых), так и в мезозойских (надсолевых) отложениях Прикаспийской впадины. Подавляющее большинство известных залежей нефти в пределах рассматриваемой территории связано с мезозойскими породами: триасовыми, среднеюрскими и нижнемеловыми. Источниками углеводородных соединений, за счет которых формировались скопления нефти в отложениях, вероятно, являлись развитые в этой части разреза сингенетично-нефтегазоносные толщи.

Наряду с мезозойскими нефтеносность установлена в верхнепермских слоях. Однако отложения верхнепермского возраста по битуминологическим свойствам и по условиям образования нельзя отнести к категории нефтепроизводящих. Они представлены в основном пестроцветными аргиллитами, отлагавшимися в аридных континентальных условиях, исключающих процессы углеводородообразования. Поэтому возникает вопрос об источниках углеводородов, накопившихся в открытых и предполагаемых залежах, связанных с осадками верхней перми.

Промышленная нефтегазоносность девонских и каменноугольных отложений площадей, обрамляющих Прикаспийскую впадину, известна давно. Богатые залежи нефти и газа в этих толщах выявлены в Волгоградской, Саратовской, Куйбышевской и Оренбургской областях. Довольно высокая битуминозность и признаки нефтегазоносности наблюдаются также в Актюбинском Приуралье и Западном Примугоджарье. Эти обстоятельства служат доказательством того, что и в самой Прикаспийской впадине палеозойские слои могут содержать залежи нефти и газа в благоприятных структурных условиях.

Если в палеозойских породах имеются нефтепроизводящие свиты, то теоретически можно предположить миграцию углеводородных соединений в лежащие выше слои. Поэтому следует всесторонне проанализировать, в каких условиях возможна концентрация нефти и газа в верхнепермских породах, учитывая, что они отделяются от нефтепроизводящих палеозойских свит мощной соленосной толщей кунгура.

Прикаспийская впадина схематично подразделяется на бортовые зоны и центральную часть.

Бортовые зоны (южная, восточная и северная) характеризуются индивидуальными особенностями геологического строения. Центральная часть впадины также дифференцируется. Здесь выделяются наиболее прогнутая область — междуречье Урала и Волги, Южная Эмба и левобережье Урала.

Материалы о геологии Прикаспийской впадины говорят о том, что могут быть два принципиальных варианта соотношения подсолевых и надсолевых отложений: подсолевые и надсолевые породы разделены мощной кунгурской соленосной толщей; подсолевые и надсолевые породы контактируют друг с другом непосредственно, залегающая когда-то между ними соль выжата в соляные ядра.

Первый вариант, по-видимому, имеет место в центральной части междуречья Урала и Волги. Он проиллюстрирован региональным геофизическим профилем, проходящим с северо-запада на юго-восток через купола Барановский, Дубинин, Гончары и Романята.

Второй вариант хорошо изучен на площадях восточной бортовой зоны. Он проиллюстрирован геолого-геофизическим профилем, проходящим с востока на запад по линии Актюбинск — Аралсор (выполнен в 1966—1967 гг. В. В. Знаменским, М. О. Хвилевицким и др.).

В первом варианте углеводородные соединения, прежде чем проникнуть в надсолевой комплекс отложений, должны преодолеть соленосную толщу. Согласно имеющимся представлениям, соль как пластическая масса практически непроницаема и служит преградой для перемещающихся флюидов. М. К. Калинко (1964) указывает, что для древних платформ более эффективной покрышкой является соль, затем ангидрит и лишь после них глины.

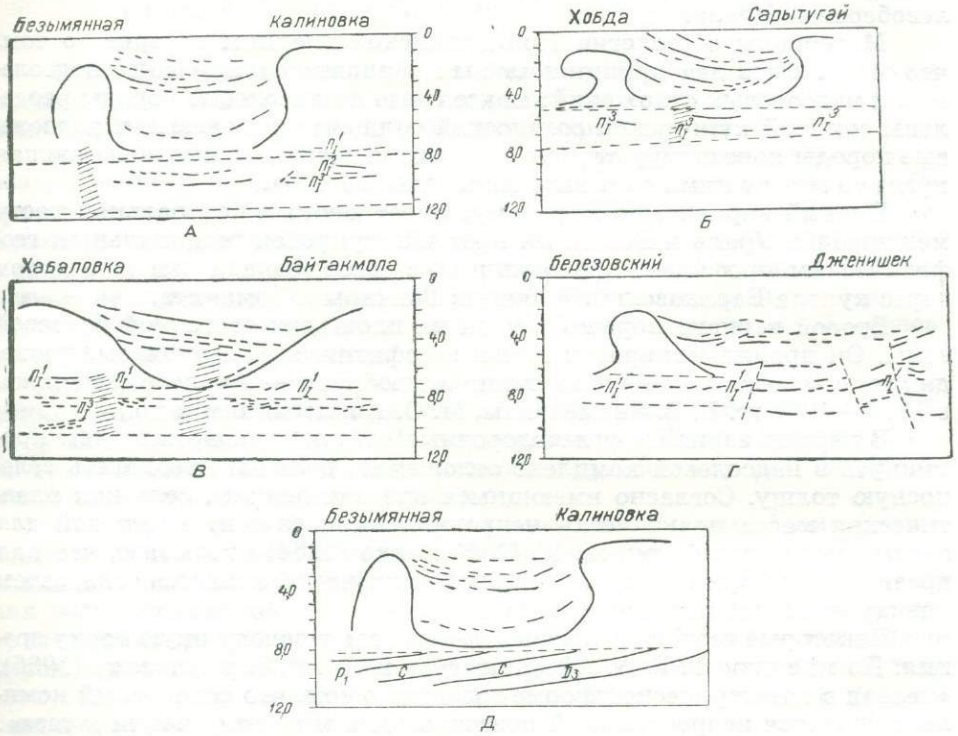
Некоторые геологи высказывают по этому поводу иную точку зрения. По мнению Г. Е.-А. Айзенштадта и М. В. Горфункеля (1965), «нельзя в категорической форме говорить о том, что соленосный комплекс является непреодолимой преградой для миграции нефти и газа». Они считают, что во время интенсивных подъемов соли (?) в ней возникали проводящие нарушения. Таким образом, даже если принять точку зрения Г. Е.-А. Айзенштадта и М. В. Горфункеля, то можно сказать, что из подсолевых отложений нефть и газ мигрируют в верхнепермские только в исключительных случаях в отдельные периоды, связанные с интенсивными тектоническими движениями, приводящими к созданию ослабленных зон в самой соли, сквозь которые допускается миграция углеводородов. Такое состояние соли, по-видимому, не сохранялось длительно. В силу пластичности соли эти ослабленные зоны, очевидно, быстро «зарубцовывались» и оживали в момент новых тектонических движений. Поэтому более вероятна возможность поступления углеводородов из подсолевых отложений только на участках, где они контактируют непосредственно с надсолевыми верхнепермскими породами, т. е. в таких межсолевых депрессиях, из которых соль полностью выжата.

Рассмотрим далее бортовые зоны. В настоящее время установлено, что в восточной бортовой зоне из межкупольных участков соль пол-

ностью выжата, и верхнепермские породы контактируют с подсолевыми. При этом между верхнепермским и подсолевым осадочным комплексами могут быть самые разнообразные соотношения:

верхнепермские породы согласно залегают на артинских (рис., *А*) и последние не испытывали дизъюнктивных нарушений (участок сейсмического профиля МРНП между куполами Калиновка и Безымянный);

подсолевые осадки сложены в складки, которые повторяют поверхность границы между ними и верхнепермской толщей (рис., *Б*); складки также не осложнены разрывными нарушениями (участок того же профиля между соляными куполами Сарытугай и Хобда);




своды антиклиналей по подсолевым комплексам могут оказаться под соляным штоком либо прийти в контакт с верхнепермскими породами;

залегающие моноклинально подсолевые отложения осложнены нарушениями; зона нарушения располагается под покровом верхнепермских слоев (рис., *В*) или под соляным штоком (рис., *Г*); на профиле участков, иллюстрирующих оба случая, несколько: Дженишек, Березовский, Байтакмола, Хабаловка и др.;

подсолевые отложения перекрываются верхнепермскими с угловым несогласием (рис., *Д*).

Очевидно, что в каждом из приведенных примеров условия миграции углеводородных соединений будут различными. Наиболее благоприятны они в случае, когда подсолевые отложения контактируют с надсолевыми с угловым несогласием. Такой вариант наблюдается вблизи самой прибортовой полосы, где мощность надсолевого комплекса незначительна и условия для сохранения залежей нефти в породах

верхней перми ненадежные. Возможно, такое же соотношение рассматриваемых комплексов будет в центральной части впадины и в Эмбенском районе. Однако имеющиеся геофизические данные этого не отражают. Приемлем также вариант, когда подсолевые отложения осложнены нарушениями, располагающимися под верхнепермским покровом. При этом в самих верхнепермских слоях должны быть проводящие каналы, как, например, на участке к востоку от купола Хобда или к западу от купола Байтакмола (рис., *Б, В*). В противном случае углеводороды не смогут проникнуть в коллекторские толщи сквозь мощные глинистые слои, которыми в основном представлен верхнепермский разрез. Нужно также учитывать положение плоскости смещения. Если она наклонена в сторону подъема пластов, то миграция углеводородов в верхние горизонты будет затруднена. Такие плоскости нарушений послужат экраном, и нефть накопится непосредственно в подсолевых горизонтах.

Для формирования залежей в верхних горизонтах в других перечисленных случаях на пути миграционного потока имеется много преград, которые скорее приведут к накоплению нефти и газа в подсолевых горизонтах, чем в верхнепермских.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что благоприятные условия для образования залежей нефти и газа в верхнепермских породах могут быть лишь тогда, когда они лежат на подсолевом комплексе с угловым несогласием и находятся при этом на удалении от прибортовой полосы, а также когда под этими отложениями находятся зоны нарушений, плоскость смещения которых наклонена в сторону борта. Следовательно, для нахождения залежей нефти в верхнепермских слоях надо вести поиски наиболее оптимальных геологических условий.

Необходимо остановиться еще на возможности формирования залежей в верхнепермских отложениях в том случае, если породы погружаются в сторону центральной области впадины под значительным углом. Тогда часть мигрирующих вверх по подсолевым пластам углеводородов перейдет в верхнепермские породы на тех участках, где они контактируют с докунгурскими слоями.

Приведенный анализ убедительно показывает, что в самих подсолевых отложениях Прикаспийской впадины условия образования и сохранения крупных скоплений нефти и газа еще более благоприятны. Поэтому мы так же, как и многие другие исследователи, разделяем точку зрения о богатейших перспективах нефтегазоносности подсолевых отложений Прикаспийской впадины, которые в бортовых условиях залегают на доступных бурению глубинах.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзенштадт Г. Е.-А., Горфункель М. В. Тектоника и нефтегазоносность Прикаспийской и Северо-Германской впадин. М., «Недра», 1965.

Гайковой П. Т., Шмайс И. И. — Сб. статей аспирантов и соискателей. «Геология», вып. 4. Алма-Ата, 1968.

Калинко М. К. Основные закономерности распределения нефти и газа в земной коре. М., «Недра», 1964.

Космачева Л. Г., Шмайс И. И. — Труды Института нефти АН КазССР, Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.

Шмайс И. И., Белов Е. В. — «Геология нефти и газа», 1964, № 4.

Шмайс И. И. — «Новости нефтяной техники», серия «Геология», 1960, № 8.

УДК 551.247(574.1—925.22)

# СОЛЯНАЯ ТЕКТОНИКА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ И ЕЕ СООТНОШЕНИЕ СО СТРУКТУРАМИ ФУНДАМЕНТА

*Д. В. ЦВЕТКОВ*

*(Алма-Ата, Казахский политехнический институт)*

Сейсмическими работами, проведенными на территории Прикаспийской впадины, установлены различно ориентированные, протяженные на многие километры соляные структуры. Это обстоятельство было отмечено многими исследователями, предложившими вытянутые структуры в отличие от изометричных куполов именовать гребнями (Авров, Шафранов, 1963), массивами (Кожевников, 1964), грядами (Соколов, 1962). Отмечались также общие черты в ориентировке и пространственном расположении названных соляных структур. Так, В. Л. Соколов (1962) указал на преимущественно северо-западное и в меньшей степени северо-восточное направление соляных гряд центральной части междуречья. А. П. Шафранов (1963) по простиранию гравитационных осей определил ориентировку соляных структур центральной и бортовой частей междуречья. П. Я. Авров и И. М. Бровар (1966) выделили ряд соляных гряд и лежащих между ними депрессионных зон и показали связь между расположением соляных гряд и особенностями тектонического строения подсолевого палеозоя.

Сложный мозаичный характер гравитационного поля, разрозненность сейсмических съемок, зоны потери корреляции отражающих горизонтов, вызванные соляными структурами и разрывными нарушениями в надсолевых отложениях, обусловили определенные трудности, субъективность и многозначность в самом выделении соляных гряд. Поэтому к настоящему времени нет единой точки зрения о закономерностях пространственного размещения соляных структур, а также о самом существовании региональных структурных форм.

В данной работе освещены результаты исследований по выявлению соляных гребней (гряд) и межгребневых (межгрядовых) депрессий для территории всей Прикаспийской впадины. Эти структуры устанавливались по сейсмическим материалам и по карте остаточных аномалий силы тяжести, где все локальные минимумы и максимумы объединены в длинные узкие полосы, соответствующие поднятиям (гребням) и прогибам по соли. Соляные купола Прикаспийской впадины, за исключением шести одиночных массивов, в том числе массива-гиганта Челкар, оказались на гребнях.

Для выяснения особенностей пространственного расположения соляных структур построена карта осей основных структурных элементов по соли, на которой показаны оси гребней. Большинство осей представляет собой слабо изогнутые дуги, обращенные вогнутостью к центру впадины. Среди них отмечаются очень длинные (до 300 *км*) и короткие (40—50 *км*). В размещении соляных гребней наблюдается определенная закономерность. Гребни образуют следующие системы,

связанные с крупными структурными элементами Прикаспийской впадины:

1) протягивающиеся вдоль бортовых уступов Прикаспийской впадины;

2) оконтуривающие зону Хобдинского прогиба и массива-гиганта Челкар;

3) окаймляющие зону Аралсорской впадины;

4) сосредоточенные у Новоузенского прогиба;

5) расположенные в Северо-Эмбенском и Южно-Эмбенском районах;

6) находящиеся в Шубар-Кудукском районе;

7) сосредоточенные в Новобогатинском районе.

Протяженность, линейность и закономерность ориентировки гребней позволяют сказать, что образование этих основных структурных форм соляной тектоники связано с дизъюнктивными дислокациями подсолевого палеозоя и фундамента. Действительно, огромным объемом региональных геофизических работ установлена приуроченность большинства линейно-вытянутых гребней к разрывам подсолевого палеозоя и фундамента. Такое совпадение, отмечаемое в подавляющем большинстве случаев, дает возможность отождествлять оси выделяемых нами гребней с ослабленными зонами. На тех площадях, где отсутствуют данные сейсморазведки, с определенной долей условности положение осей гребней принималось соответствующим положению флексур и разломов подсолевого палеозоя и фундамента.

Вопрос о выделении блоков и о характере их движения в послекунгурское время решался следующим путем. Допускалось, что соль в конце кунгура отложилась в форме громаднейшей, охватывающей всю территорию впадины линзы с горизонтальной поверхностью, а в послекунгурское время она погружалась вместе со всей Прикаспийской впадиной по ограничивающим впадину разломам и образовывала разные формы соляной тектоники. Если соляные структуры в каждом гребне и соответствующей межгребневой депрессии выравнять, т. е. усреднить глубину до соли, то, казалось, можно бы прийти к первоначальной линзе с незначительно меняющейся в региональном плане мощностью надсолевых осадков во всей впадине. Однако горизонтальной поверхности соли на территории всей впадины не получилось. Выявлены 25 участков, на границах которых мощность надсолевых отложений и соли менялась скачкообразно, а на каждом из этих 25 участков поверхность соли можно считать горизонтальной. Границами, отделяющими один блок от другого, явились глубинные разломы, протрассированные по сейсмическим данным. Глубина до горизонтальной поверхности в каждом блоке означает амплитуду опускания блока или мощность осадков, накопившихся в послекунгурское время. По нашим данным, центральные блоки опустились на 4,4 *км*, а прибортовые — всего на 1,3 *км*. Сопоставление мощности соли и надсолевых осадков в соседних блоках позволяло определить тип образовавшейся структуры (горст, грабен, ступень) и величину относительного смещения блока. Из 113 установленных разломов только 54 использованы как границы блоков. Остальные 59 оказались внутри выделенных блоков и, по-видимому, были менее активными в послекунгурское время.

Следовательно, главной особенностью соляной тектоники Прикаспийской впадины является развитие крупных структурных форм соли, имеющих четко выраженное простирание. Купола, ранее считавшиеся самостоятельными структурами, являются лишь апикальными отростками соляных гребней, а межкупольные мульды представляют наибо-

лее глубокие прогибы по соли, расположенные в межгребневых депрессиях. Положение осей соляных гребней соответствует положению флексур и разломов подсолевого палеозоя и фундамента.

## ЛИТЕРАТУРА

Авров П. Я., Бровар И. М. — «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1966, № 5.

Авров В. П., Шафранов А. П. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1963, № 6.

Бровар И. М., Шмайс И. И. — «Геотектоника», 1968, № 1.

Журавлев В. С. — Труды ГИН АН СССР, вып. 42, 1960.

Косыгин Ю. А. Тектоника нефтеносных областей, т. I, II. М., Гостоптехиздат, 1958.

Кожевников И. И. — Труды треста «Союзбургаз», вып. 4. М., «Недра», 1964.

Неволин Н. В. Общие черты глубинного геологического строения Западного Казахстана. М., «Недра», 1965.

Соколов В. Л. Некоторые черты унаследованности в развитии структуры осадочного покрова юго-востока Русской платформы. В кн.: «Материалы по тектонике Нижнего Поволжья». М., Гостоптехиздат, 1962.

Шафранов А. П. — Труды МИНХ и ГП, вып. 43. М., 1963.

Шафранов А. П., Скворцов И. И. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.247(574.1—925.22)

# ОРИЕНТИРОВКА ГЛАВНЫХ ОСЕЙ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ И ЕЕ СВЯЗЬ С ГЛУБИННОЙ ТЕКТОНИКОЙ

*Н. И. БАНЕРА*

*(Ленинград, ВНИИГалургии)*

Научно обоснованные перспективы обнаружения крупных месторождений нефти и газа в Прикаспийской синеклизе большинство исследователей связывают с подсолевыми образованиями на доступных бурению глубинах, а также с мощным надсолевым пермотриасовым комплексом в межкупольных пространствах на всей ее площади. Однако изученность этих комплексов находится в неудовлетворительном состоянии.

В последние годы все шире внедряется метод РНП, применение которого значительно повышает детальность изучения строения надсолевого и подсолевого разрезов, позволяет восстановить в общих чертах историю формирования осадочного чехла синеклизы и т. д. Рассмотрим некоторые данные на примере профиля XXI-МРНП, пройденного в восточной части синеклизы на широте поселка Кенкияк, и профиля I-МРНП на северо-востоке ее (Новоалексеевская площадь).

*Особенности раннего этапа формирования соляных структур.* Данные по профилю I-МРНП, пройденному через соляные структуры Чанды и Ударник (Новоалексеевская площадь), свидетельствуют о следующем.

Образования соленосной формации кунгурско-артинского (?) возраста отлагались в условиях унаследованных, частично реверсионных подвижек блоков фундамента, проявившихся (не идентично) в подсолевом комплексе, что предопределило различие мощностей соляной толщи, отложившейся в отдельных блоках. Надсолевая толща позднепермского возраста накапливалась также при блоковых подвижках. Соляной тектогенез проявился в конце поздней перми, когда давление почти двухкилометровой надсолевой толщи и температура на этой глубине обеспечили переход соли в предпластическое состояние в первую очередь в нижней соленасыщенной ее части.

Видимо, начало соляного тектогенеза в условиях предпластического или уже пластического состояния было вызвано дополнительным избыточным давлением, возникшим в результате вертикальных блоковых подвижек, происшедших в конце поздней перми. Соляные массы «устремились» со стороны опущенного крыла к приразломной зоне. Значительная часть нагрузки на нижние соляные горизонты снялась. Перемещение массы флюидов было обусловлено необходимостью восстановления нарушенного гравитационного равновесия. Формирование соляной структуры шло до позднетриасового времени. Затем рост соляной антиклинали периодически (непрерывно-прерывисто) возобновлялся, но в значительно меньших масштабах.

Зона разломов, разграничивающая центральный и восточный блоки, проявила себя во время седиментации подсолевой, соляной и, возможно, низов надсолевой толщ, а позже не активизировалась. Об этом свидетельствует отсутствие влияния ее на соляной тектогенез и надсолевой комплекс в межкупольной мульде между соляными структурами Ударник и Чанды. Под соляной структурой Ударник в разрезе профиля I-МРНП уступообразного дизъюнктивного нарушения не обнаружено. Надсолевой комплекс залегает субпараллельно подсолевому с незначительным задиром вблизи соляного поднятия. Основная причина, вызвавшая образование этого поднятия, определенно не установлена.

Соляные структуры Актюбинского Приуралья и прибортовые в Западном Примугоджарье формировались под влиянием затухающих в западном направлении пликативно-дизъюнктивных дислокаций подсолевого ложа, обусловленных тангенциально-надвиговыми подвижками Большого Урала, во взаимодействии с гравитационной нагрузкой надсолевого комплекса.

*Возрастная дифференциация дислокаций в подсолевом комплексе осадочного чехла восточной части синеклизы.* В подсолевом комплексе осадочного чехла зафиксированы дислокации преимущественно дизъюнктивного характера, которые подразделяются на ряд возрастных категорий: I— раннепалеозойско-допозднедевонские (если исходить из аналогии с Припятской впадиной), II— позднедевонские, III— раннекаменноугольные, IV— предраннепермские (?), V— раннепермские, VI— допозднетриасовые, VII— допалеогеновые.

Многие разломы поздних фаз складчатости наследуют, нередко с изменением угла наклона, плоскости смещения (типа сбросо-взброса) более древних нарушений. Некоторые из них затухают на определенных стратиграфических уровнях.

Дифференциация мощностей соленосной формации происходила в результате активизации раннепермских дислокаций. Соляной тектогенез проявился под влиянием дислокаций допозднетриасового возраста. Допалеогеновая система дислокаций, выразившаяся в активизации непрерывно-прерывистого роста соляных структур, прослеживается также в межкупольных пространствах в виде линий нарушений. Остальные менее интенсивно выраженные фазы герцинского орогенеза не находят отражения в дизъюнктивных дислокациях.

*Основные закономерности ориентировки главных осей соляных структур.* По ориентировке главных осей соляных структур, группирующихся в цепочки — соляные гряды, Прикаспийская синеклиза расчленяется на три части: прибортовую полосу (западная, северная, восточная и юго-восточная периферии), южную прибортовую и центральную (основная площадь).

Для прибортовой полосы характерна отмечавшаяся многими исследователями преимущественно субпараллельная бортовому склону (на юго-востоке кулисообразная) ориентировка нескольких рядов соляных гряд. В южной прибортовой полосе примерно вдоль бортового склона прослеживается прерывисто лишь одна система соляных антиклиналей, а на остальной части преобладает северо-восточное и северо-западное в различных азимутах простирание соляных гряд. В центральной части синеклизы соляные гряды ориентированы во всевозможных направлениях с некоторым превалированием северо-восточного и северо-западного простирания в различных азимутах. Здесь установлены регионально-протяженные субпараллельно ориентированные системы гряд — зоны разломов, выделяются крупные блоки, включающие центральные поднятия-гиганты (Челкарский, Индер-

ский, Богатыревский) и группирующиеся вокруг них несколько систем гряд (Кожевников, Дрейсин и др., 1966).

То, что соляные гряды контролируют структуры второго порядка в надсолевом (мезозойском) комплексе синеклизы, отмечалось в работах А. П. Шафранова, И. И. Скворцова (1966) и др. Многие исследователи (Бровар, Шмайс, 1968 и др.) с учетом последних данных сейсморазведки прослеживают зависимость ориентировки прибортовых гряд от дислокаций в подсолевом ложе.

Таким образом, есть основание полагать, что подавляющее большинство соляных гряд в прибортовой и центральной частях синеклизы обязано своим происхождением дислокациям преимущественно дизъюнктивного (сбросо-взброса), частично пликативного характера, проявившимся в допозднетриасовое время в подсолевом ложе и соответственно контролирующим последние. Часть этих дислокаций обнаружилась ранее — во время седиментации подсолевой и соляной толщ, что следует учитывать при изучении перспектив нефтегазоносности и калиеносности региона.

## ЛИТЕРАТУРА

Бровар И. М., Шмайс И. И. — «Геотектоника», 1968, № 1.

Знаменский В. В., Леонтьев Д. М. и др. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1967, № 9.

Кожевников И. И., Дрейсин А. Г. и др. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Шафранов А. П., Скворцов И. И. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.243:553.981'982(574.1—925.22)

# КЛАССИФИКАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

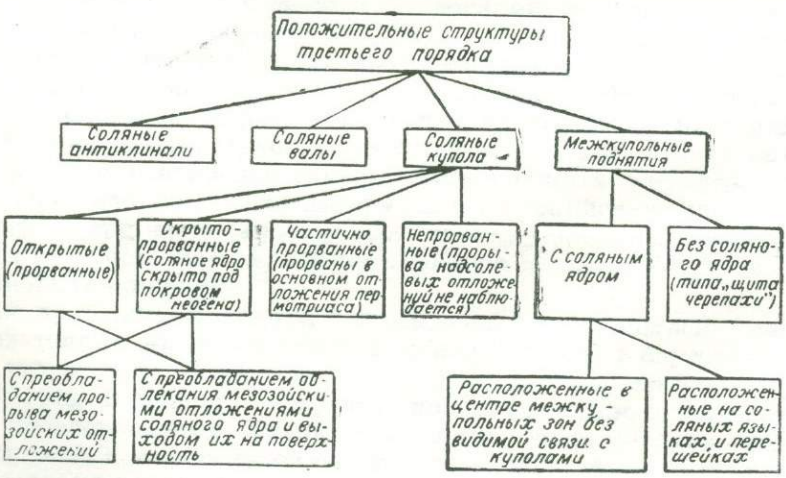
*Т. Н. ДЖУМАГАЛИЕВ, А. Б. ЖИВОДЕРОВ, Б. Г. МОЙСИК, С. У. УТЕГАЛИЕВ*

*(Гурьев, ЗКГУ, «Казнефтегеофизика», ЗапКазНИГРИ)*

В Прикаспийской впадине скопления нефти и газа в надсолевых отложениях контролируются структурами, созданными соляным тектогенезом. Различная первоначальная мощность соли, характер и интенсивность тектонических подвижек определили неодинаковую степень проявления соляной тектоники, обусловив разнообразные по форме соляные структуры, отличающиеся по степени перспективности в нефтегазоносном отношении. В связи с этим вопросы классификации таких структур имеют большое научно-теоретическое и практическое значение.

Нами предлагается в достаточной степени простая и наиболее удобная для практического использования классификация локальных положительных структур (см. табл.). Среди них выделяются следующие четыре основных типа: соляные антиклинали, соляные валы, соляные купола и межкупольные поднятия.

**Классификация положительных структур третьего порядка, развитых в Прикаспийской впадине**




Соляные антиклинали. Основные отличительные черты соляных антиклиналей — линейность и согласная дислоцированность всей толщи осадочных образований, включающих подсолевой, солевой и надсолевой комплексы. Примером таких структур являются складки Актюбинского Приуралья. Им также присущи асимметрия крыльев и смещение сводов по различным горизонтам. Отмеченные особен-

ности свидетельствуют о том, что решающую роль в формировании соляных антиклиналей Актюбинского Приуралья играли тангенциальные напряжения, направленные со стороны Уральской складчатой системы.

К соляным валам отнесены линейные структуры, вытянутые вдоль северного и северо-западного бортов Прикаспийской впадины. В отличие от соляных антиклиналей здесь не наблюдается какого-либо соответствия дислокаций подсолевой и лежащих выше толщ.

Подсолевые отложения залегают моноклинально, имеют довольно крутой наклон к центру Прикаспийской впадины, а соляные массы образуют удлиненное валообразное вздутие. Слои надсолевых пород, повторяя форму поверхности соляного тела, изогнуты в виде антиклинальных складок того же простирания. В большинстве случаев для них характерны симметричное строение и пологое падение крыльев.

Соляные валы отличаются от соляных антиклиналей не только по форме, но и по своему генезису. Решающую роль при их образовании играл соляной тектогенез. Приуроченность соляных валов к бортовой зоне Прикаспийской впадины объясняется наличием здесь бортового уступа, служившего, вероятно, упором для соли, выжимаемой в направлении борта.

Соляные купола. Образование соляных куполов вызвано способностью мощной соляной толщи переходить при определенных давлениях и температуре в пластическое состояние. В истории формирования куполов отмечается несколько крупных тектонических этапов (верхнепермский, триасовый, юрско-палеогеновый), отличающихся по интенсивности проявления и амплитуде подъема соляных ядер. Самый крупный и наиболее интенсивный рост куполов приходится на конец пермской эпохи.

В отличие от Южно-Эмбенского района в Волго-Уральском междуречье второй по интенсивности подъем соли приходится на конец триаса. Как показывают структурно-палеотектонический анализ и результаты определения коэффициента тектонической активности структур, наблюдается еще ряд фаз роста куполов: предваланжинский, предготеривский, предаптский, предальбский, предтуронский, предсантонский и др. Благодаря различной степени проявления этих фаз и факторов, их обусловивших, в разных частях Прикаспийской впадины создались разнообразные типы соляных куполов. Соляные купола по степени проявления соляной тектоники и прорыва надсолевых отложений подразделены на открытые (прорванные), скрыто-прорванные, частично прорванные и непрорванные.

К открытым отнесены купола с соляными ядрами, выходящими на дневную поверхность. Скрыто-прорванными куполами названы те структуры, у которых соляное ядро перекрыто неоген-четвертичными осадками. По характеру взаимоотношений верхнепермско-мезозой-кайнозойских пород с солью эти купола бывают двух видов: с преобладанием прорыва мезозой-кайнозойских отложений и с преобладанием облекания соляного ядра мезозой-кайнозойскими породами.

Частично прорванные купола — это наиболее распространенный тип солянокупольных структур. Для них характерна различная степень прорыва надсолевых отложений солью. Чаще всего развиты купола с прорывом солью только пермотриасового комплекса. Они имеют асимметричное строение и отчетливо выраженные опущенные и приподнятые крылья. В сводовой части структура осложнена грабеном, простирающимся вдоль ее длинной оси.

К непрорванному типу отнесены те купола, у которых мезозой-кайнозойские и частично верхнепермские породы в сводовой части структуры сохранились полностью. Им присуще глубокое залегание соляного ядра. Сбросовые нарушения, характерные для соляных структур, здесь встречаются очень редко. Строение крыльев симметричное и асимметричное. Надсолевые отложения дислоцированы относительно слабо и залегают полого под углом 5—15°.

Межкупольные поднятия в последнее время привлекают все большее внимание геологов, так как считаются одними из самых благоприятных структурных форм для скопления нефти и газа. Различные типы межкупольных поднятий обусловлены наличием или отсутствием соли в их основании. В зависимости от этого выделяются межкупольные поднятия без соляного ядра и с соляным ядром.

Бессолевые межкупольные поднятия развиты главным образом в восточной прибортовой зоне Прикаспийской впадины. Для них характерны увеличение мощности большей части верхнепермских отложений в своде и почти полное отсутствие соли в основании. По своему строению эти структуры имеют много общего с аналогичными структурами типа «щита черепахи» Северо-Германской впадины.

Межкупольные поднятия с соляными ядрами в зависимости от пространственного размещения разделены на поднятия, расположенные в центре межкупольных зон, на соляных перешейках и языках.

Поднятия, развитые в обширных межкупольных зонах, обусловлены присутствием в ядре остаточной соли, которая играла пассивную роль в процессе их образования. При проявлении соляного тектогенеза притока соли в ядра этих поднятий не происходило.

Вторая группа межкупольных поднятий приурочена к соляным перешейкам и языкам. В них верхнепермские и частично триасовые отложения прорваны солью, а лежащие выше юрские и меловые породы осложнены сбросами, идущими вдоль соляных перешейков. Палеогеновые осадки каких-либо структурных осложнений в пределах соляных перешейков не испытывают.

В пространственном расположении выделенных типов локальных положительных структур установлена четкая зональность.

В западной части Прикаспийской впадины строгая взаимосвязь между развитием определенных типов солянокупольных структур и строением подсолевого ложа отмечается в северной и северо-западной прибортовой частях, где развиты соляные валы, и в южной и юго-западной окраинах впадины, где в основном распространены непрорванные купола.

В северной и северо-западной бортовых зонах подсолевые палеозойские отложения, залегающие на глубинах 3000—5500 *м*, моноклинально погружаются в сторону центральной части впадины. Здесь широко развиты соляные валы, ориентированные параллельно бортовым уступам.

Вдоль южной и юго-западной границ впадины, где по подсолевым палеозойским отложениям намечаются сводовые поднятия различной ориентации и первоначальная мощность соли сравнительно невелика, развиты непрорванные соляные купола.

В центральной части междуречья Урал — Волга, где первоначальная мощность соли была весьма значительной, а подсолевое ложе залегает на больших глубинах, образуются в основном открытые и скрыто-прорванные купола.

Частично прорванные купола характерны для Южно-Эмбенского района и приморской полосы междуречья Урал — Волга.

Ввиду малой изученности межкупольных структур в настоящее время еще нельзя уверенно говорить о приуроченности тех или иных типов поднятий к определенным районам, за исключением структур типа «щита черепахи», которые пока встречены на востоке впадины.

Переходя к вопросу об оценке нефтегазоносности выделенных нами типов локальных структур, необходимо отметить, что их перспективность будет зависеть как от положения в общей региональной структуре Прикаспийской впадины, так и от особенностей строения локальных структур. С этой точки зрения наиболее перспективными представляются непрорванные и частично прорванные купола, а также межкупольные поднятия, развитые в обширных межкупольных зонах. Определяющим фактором в данном случае является большая мощность отложений надсолевого комплекса, слагающих поднятия. Несколько ниже оцениваются возможности нефтегазоносности межкупольных поднятий, развитых на соляных языках и перешейках. Самыми низкими будут перспективы открытых и скрыто-прорванных куполов. Нефтяные и газовые залежи в их пределах можно ожидать лишь на опущенных крыльях, где головы пластов надсолевых отложений контактируют с крутыми склонами соляных ядер. Соляные валы, несмотря на благоприятную структурную форму надсолевых пород, также мало перспективны для поисков залежей нефти и газа из-за резко сокращенной мощности осадков надсолевого комплекса.

УДК 551.247(574.12)

# ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РАЗВИТИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ЮЖНОЙ ЭМБЫ

*М. М. МАТАШЕВ, О. С. ТУРКОВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Для Южно-Эмбенского района, охватывающего краевую часть кунгурского солеродного бассейна Прикаспийской впадины, характерны погружение подсолевого ложа и увеличение первоначальной мощности соленосных отложений в северном направлении. В этом же направлении повышаются интенсивность проявления солянокупольной тектоники, размеры соляных ядер и амплитуда их подъема. По степени развития солянокупольной тектоники четко различаются южная и северная части района, граница между которыми проходит примерно на широте соляного купола Каратон. К югу от этой границы развиты относительно простые, глубоко погруженные купола, к северу — сложнопостроенные купола, зачастую прорванного типа.

Для выяснения особенностей строения и закономерностей расположения соляных куполов проведена комплексная интерпретация гравитационных и сейсмических данных, а также материалов геологической съемки и бурения, на основании которых составлена схема главных структурных элементов солянокупольной тектоники Южно-Эмбенского района. Анализ схемы показывает, что соляные купола здесь, как правило, не являются изолированными структурами, а соединяются друг с другом соляными перешейками и часто образуют соляные гряды и массивы. Примерами таких гряд могут служить Тасем-Доссорская, Бляули-Джарчикская и др. Большинство соляных гряд характеризуется линейным простиранием, а некоторые из них отличаются извилистыми очертаниями и ответвлениями. Иногда отмечаются своеобразные «соляные узлы», представляющие собой участки пересечения отдельных гряд. Примером их могут служить купола Кожегали, Кзылкудук и др.

Соляные массивы в плане обычно имеют близкую к изометричной форму и осложняются небольшим количеством (2—3) локальных структур. Таковыми являются Тюлегень-Байчунасский и Кошкарский массивы.

Соляные перешейки существуют между куполами одной соляной гряды или массива, а также между куполами разных гряд. Вследствие этого иногда образуются кольцевые структуры, наиболее характерные для юго-западной части района (Карабатан — ст. Искине — Искине — Абжельская и др.).

Особенности строения и размещения солянокупольных структур позволяют наметить закономерности их развития не только во времени, но и в пространстве. Установлено, что в позднепермское время наряду с локальными скоплениями соли (штоками, линзами и др.) формировались крупные соляные гряды и массивы. В конце позднеперм-

ской эпохи в соляных грядах и массивах соляные массы значительно перераспределились, что привело к зарождению «дочерних» соляных ядер и их опережающему росту по отношению к соляной гряде. К началу триасовой эпохи соляные ядра были выведены на дневную поверхность, тогда как остальная часть соляной гряды в большинстве случаев лишь частично прорывала верхнепермские отложения. Продолжающийся в мезозой-кайнозойское время подъем соляных ядер, а также передвижение соляных масс в пределах перешейков, в том числе и межгрядовых, затушевали имеющиеся структурные связи между куполами и создали видимость их хаотического расположения.

Положительные солянокупольные структуры разделены межмассивными депрессиями, среди которых в плане различаются два типа: обрамленные и раскрытые (по В. С. Журавлеву, 1966).

По внутреннему строению межмассивные прогибы разделяются на три типа: синклинальные, моноклинальные и сложнопостроенные. Первые два типа встречаются не очень часто. Более распространены сложнопостроенные прогибы, состоящие из нескольких локальных мульд, разделенных соляными перешейками и отрогами зачастую с развитыми на их теле дополнительными вздутиями соли.

Анализ геолого-геофизического материала по Южно-Эмбенскому району и прилегающим территориям Прикаспийской впадины показывает, что в межкупольных пространствах выявляются многочисленные положительные структуры, представляющие интерес для нефтепоисковых работ. Положительные структуры межкупольных пространств по механизму образования можно подразделить на пять типов (рис. 1).

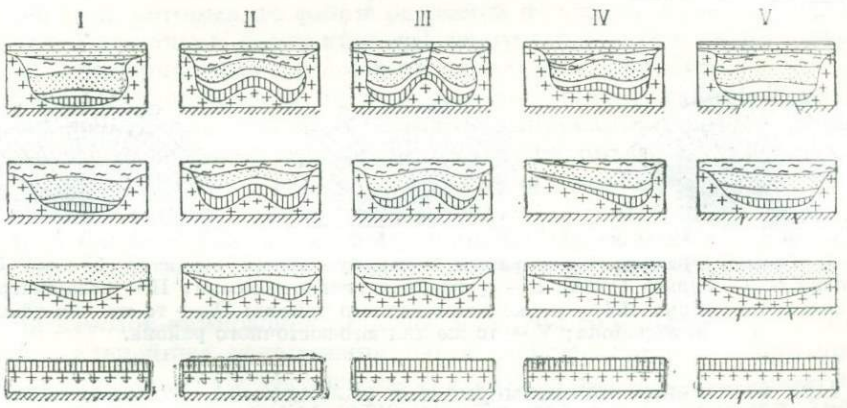



Рис. 1. **Принципиальные схемы образования поднятий в межкупольных зонах.** *Составил О. С. Турков* (1968).

К первому относятся широко известные поднятия типа «щита черепахи», впервые установленные Ф. Трусгеймом в северо-западной Германии и обнаруженные впоследствии в Прикаспийской, Днепровско-Донецкой и Припятской впадинах. Для них характерно почти полное выжатие соли из центральной части межкупольной зоны.

Второй тип положительных поднятий образуется над остаточными линзами соли, сохранившимися в межкупольных зонах еще в начальный этап формирования куполов и оставшимися пассивными в последующие этапы. Примером такого межкупольного поднятия в Южно-Эмбенском районе служит структура Копмола, расположенная юго-западнее Биикжала.

Третий тип поднятий генетически тесно связан с предыдущим и отличается только активным поведением соляного ядра. Примером подобных структур могут быть поднятия Айранколь, Алахай и др.

Менее распространены межкупольные поднятия четвертого типа, образованные в моноклинальных межмассивных прогибах вследствие развития систем компенсационных мульд разного времени заложения. По сравнению с предыдущими типами структур они более молодые. К положительным структурам этого типа относится Абжель-Ракушинское поднятие.

И, наконец, пятый тип положительных структур непосредственно не связан с солянокупольной тектоникой, а может быть создан в результате дислокаций подсолевого ложа.

Рассмотренный материал свидетельствует о несостоятельности получившего в последние годы широкую популярность представления о повсеместном отсутствии соли в межмассивных прогибах Прикаспийской впадины.

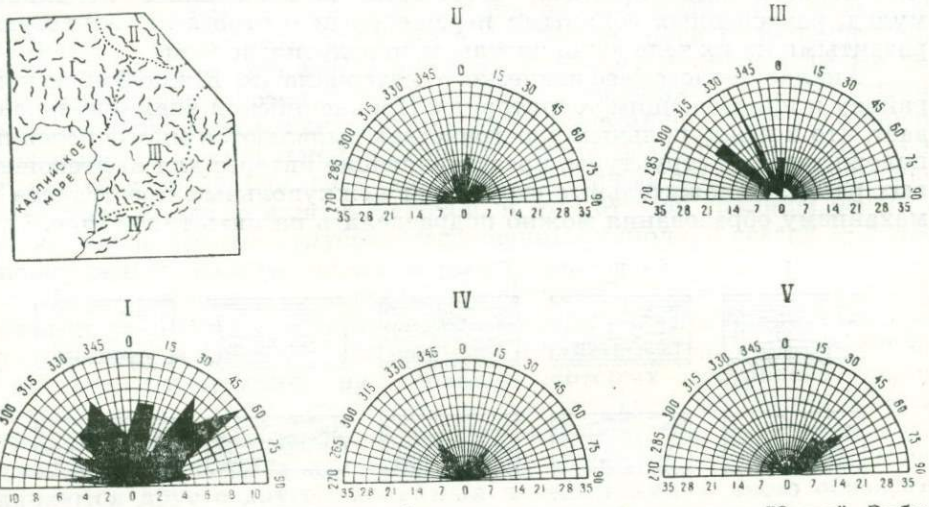



Рис. 2. **Розы-диаграммы простираний солянокупольных структур Южной Эмбы.** *Составил О. С. Турков* (1968). I — суммарная роза-диаграмма; II — роза-диаграмма для западного района; III — то же для северного района; IV — то же для центрального района; V — то же для юго-восточного района.

При выяснении закономерностей размещения солянокупольных структур района обращает на себя внимание определенная их ориентировка. Были замерены простирания 145 локальных структур, выявленных к настоящему времени на Южной Эмбе, и составлено несколько роз-диаграмм (рис. 2). На суммарной розе-диаграмме отчетливо выделяются три максимума в интервалах азимутов от 5 до 15°, от 35 до 55° и от 300 до 335°. Они указывают на существование трех главных направлений в ориентировке локальных структур: субмеридионального, северо-восточного и северо-западного.

Установлено, что отдельные участки рассматриваемой территории характеризуются преобладанием одного из трех отмеченных выше направлений в ориентировке локальных структур. По этому признаку было выделено четыре района: западный, северный, центральный и юго-восточный.

Поскольку характер развития солянокупольной тектоники во многом зависит от первоначальной мощности соли и надсолевых отложе-

ний, а основной этап формирования соляных куполов совпадает с верхнепермским временем, были сопоставлены простирания локальных структур со схемой палеомощностей кунгуро-верхнепермского комплекса. В подавляющем большинстве случаев контуры соляных ядер секут линии изопахит, причем чаще всего под прямыми и тупыми углами, т. е. в целом по району тесной зависимости простирания солянокупольных структур от мощности кунгуро-верхнепермских отложений не обнаруживается. Это позволяет сделать вывод о том, что первоначальные мощности соли и надсолевых отложений влияют только на интенсивность солянокупольной тектоники, но не определяют пространственную ориентировку соляных куполов.

Накопленный к настоящему времени обширный материал по солянокупольным бассейнам мира достаточно убедительно свидетельствует о зависимости солянокупольной тектоники от общетектонического плана и особенностей тектонического развития бассейнов соленакопления. Эта закономерность подтверждается и данными по Южно-Эмбенскому району. Небезынтересно, что выделенные три основных направления в простирании соляных куполов совпадают с максимумами распределения тектонических нарушений в Южно-Эмбенском районе, намеченными ранее М. В. Горфункелем (1966).

Зависимость ориентировки соляных куполов от общетектонических причин становится еще более наглядной при совместном рассмотрении роз-диаграмм и тектонической карты района. Выявилось, что выделенные по преобладающей ориентировке куполов четыре района соответствуют крупным разноориентированным блокам фундамента, перемещение которых по зонам разломов не только привело к формированию в осадочном чехле крупных поднятий и прогибов, но и обусловило закономерности расположения локальных структур.

В тесной зависимости от тектонической жизни района находится и время проявления основного этапа формирования солянокупольных структур. Как показал анализ геолого-геофизического материала, в конце позднепермского времени отмечается наиболее существенная перестройка структурного плана района, с которой совпадает основной этап формирования соляных куполов. На большей части района он завершился сквозным диапиризмом и последующей пенепленизацией.

На мезозой-кайнозойском этапе развития соляных куполов происходило дальнейшее осложнение ранее образованных структурных форм за счет перераспределения соли внутри крупных соляных ядер, рост которых в мезозой-кайнозое резко замедлился (Кононов, 1961).

Указанный этап формирования солянокупольных структур Южной Эмбы, в свою очередь, распадается на ряд фаз куполообразования. Главнейшие из них предъюрская, преднеокомская, предаптская, предверхнемеловая и др. Эти фазы куполообразования четко устанавливаются главным образом по резким угловым и стратиграфическим несогласиям.

На общем фоне унаследованного развития мезозой-кайнозойских куполов по отдельным стратиграфическим комплексам зачастую отмечаются несовпадения структурных планов, смещения сводов и другие осложнения. Вследствие этого условия залегания мезозойских отложений в сводовых частях куполов и на их далеких периферии весьма многообразны. Наряду с моноклинальным падением пород здесь развиты палеограбены (Сагиз, Танатар), палеосводы (Байчунас, Кошкар), периферийные погребенные (Кулсары, Жанаталап) и современные (Киактысай, Мартыши) поднятия.

Значительно менее дислоцированными оказались мезозойские отложения в межмассивных прогибах. Лишь в некоторых из них наблюдаются замкнутые положительные структуры. В большинстве случаев здесь фиксируются локальные мульды, структурные носы, седловины и перегибы слоев над соляными перешейками. Зачастую эти структурные формы осложняются разрывными нарушениями.

Таким образом, солянокупольные структуры Южной Эмбы и Прикаспийской впадины в целом отличаются чрезвычайно сложным геологическим строением. Значительная дислоцированность надсолевых отложений, многочисленные угловые и стратиграфические несогласия между отдельными толщами, многофазность формирования соляных куполов, сопровождаемая зачастую изменениями их структурного плана, способствовали образованию различных ловушек, удобных для аккумуляции углеводородов. Ловушки располагаются в присводовых частях и на периферии соляных куполов, а также в межкупольных пространствах. В настоящее время нефтепоисковыми работами охвачена лишь часть из них.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзенштадт Г. Е.-А., Горфункель М. В. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Журавлев В. С. — В кн.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым Западного Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

Кононов Ю. С. — Труды Института нефти АН КазССР, т. IV, 1961.

УДК 551.247.(574.1—925.22)

# КЛАССИФИКАЦИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР СОЛЯНОЙ ТЕКТОНИКИ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ)

*Э. К. АЗНАБАЕВ, Б. Б. БЕЙСЕНОВ, М. М. МАТАШЕВ*

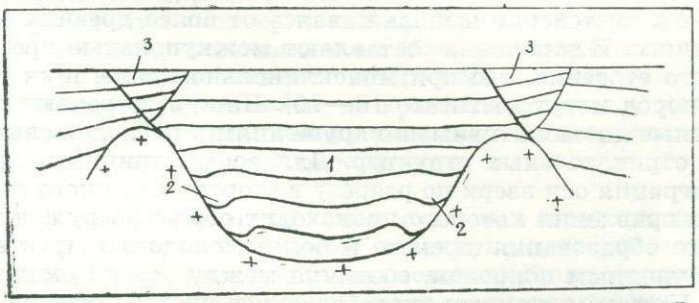
*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Более чем полувековая история добычи нефти в Прикаспийской впадине связана в основном с положительными структурными формами — соляными куполами. Обширные межкупольные пространства до последнего времени не исследовались. Но, как показывает практика поисково-разведочных работ, они располагают большими потенциальными запасами промышленных скоплений нефти и газа. В этой связи изучение истории возникновения и развития, особенностей строения, а также классификация этих структур приобретают большое теоретическое и практическое значение.

Из ранее предложенных схем классификации отрицательных структур Прикаспийской впадины наиболее полной является схема В. С. Журавлева (1963, 1966), различные модификации которой встречаются в работе других исследователей (Бейсенов, 1964).

Анализ накопившегося к настоящему времени фактического материала позволяет пересмотреть существующие схемы и предложить универсальную, на наш взгляд, и удобную для пользования схему классификации этих структур. Основными критериями для выделения определенных типов структур послужили главным образом их морфология и размеры. Исходя из этих особенностей нами различаются три основных типа отрицательных структур.

К структурам первого типа отнесены межкупольные прогибы, разделяющие соляные поднятия (см. рис. и табл.). Для них свойственны

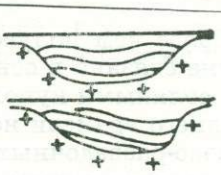
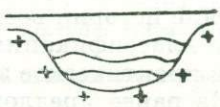
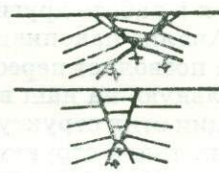



**Типизация отрицательных солянокупольных структур.** *1* — межкупольные прогибы; *2* — прикупольные компенсационные прогибы; *3* — мульды проседания (грабены).

значительные размеры, а иногда асимметричное строение в поперечном сечении, близкая к изометричной или неправильная конфигурация в плане для прогибов, расположенных между куполами, и вытянутые

корытообразные формы для прогибов, разобщающих соляные гряды и антиклинали. Межкупольные прогибы отличаются значительной полнотой стратиграфического разреза и максимальными мощностями надсолевого комплекса пород. Только в них встречаются наиболее полные разрезы верхнепермских отложений. На их долю здесь приходится свыше 70% мощности надсолевого комплекса пород. Как правило, отложения верхней перми и частично триаса в межкупольных прогибах ограниченны и срезаются по периметру склонами соляных штоков. Контакт при этом тектонический. Таким образом, в плане совокупность

**Схема классификации типов отрицательных структур**

| Тип структуры | Подтипы | | Форма в разрезе |
|---|---|---|---|
| | В плане | В разрезе | |
| Межкупольные прогибы | Изометричные и вытянутые | Симметричные и асимметричные |  |
| Прикупольные компенсационные мульды | Кольцевые | Асимметричные |  |
| Мульды оседания | На своде купола и приуроченные к соляным перешейкам | Разнообразные |  |

межкупольных прогибов подобна ячеистым сотам, в узлах которых располагаются соляные структуры. Большинство подобных структур характеризуется спокойным залеганием пород (угол падения не превышает 1—2°), постепенно выполаживаясь от более древних к молодым образованиям. Исключение составляют межкупольные прогибы асимметричного строения, где при моноклинальном залегании слоев углы падения пород могут достигать 10—15°. Иногда встречаются прогибы, осложненные дизъюнктивными нарушениями, расположенными по периферии отрицательных структур. Для асимметричных структур типична миграция оси вверх по разрезу в сторону смежного соляного купола, в направлении которого происходит общее погружение пластов. Осадочные образования юрского и более молодого возраста залегают обычно сплошным покровом, соединяя между собой межкупольные прогибы. При этом границы прогибов фиксируются по серии сбросовых нарушений, проходящих над солевыми перешейками и сводовыми частями соляных куполов.

К структурам второго типа отнесены широко развитые прикупольные компенсационные мульды, окаймляющие почти все соляные структуры (см. рис. и табл.). Отсутствие же их на большинстве геолого-сейсмических профилей объясняется недостаточной разрешающей способ-

ностью сейсморазведки как основного метода подготовки площадей к поисково-разведочным работам.

По отношению к межкупольным прогибам прикупольные компенсационные мульды представляют соподчиненные структуры второго порядка. Они значительно меньше по размерам, как правило, опоясывают соляные штоки и асимметричны в сечении. Более крутое крыло примыкает к соляному куполу, а пологое сопрягается с межкупольным прогибом. Пологое крыло часто бывает осложнено сбросовыми нарушениями небольшой амплитуды. Амплитуда прогибания в структурах второго типа увеличивается сверху вниз по разрезу, и поэтому они довольно четко прослеживаются по более древним образованиям — верхнепермским и триасовым. Характерной особенностью структур данного типа является миграция оси мульды во времени вверх по разрезу и в направлении к стенкам соляного штока, вызванная оттоком соли с первоначально пологого склона соляного штока в ядро купола. При этом соль в первую очередь выжимается с периферийных частей, а затем с участков, расположенных вблизи соляного штока. Выжатый объем соли компенсируется осадконакоплением. В результате всех этих процессов возникают прикупольные компенсационные мульды, а пологий склон соли преобразуется в крутой.

К третьей категории отрицательных структур, вызванных соляной тектоникой, относятся грабены, находящиеся в сводовых частях соляных куполов и на соляных перешейках. Они представляют собой неширокие, но протяженные мульды проседания, которые ограничиваются нарушениями сбросового характера. Сбросы четко подразделяются на основные и компенсационные. Плоскости сбрасывателей наклонены в сторону более молодых отложений, т. е. внутрь грабена, и одновременно навстречу друг другу. При этом углы их падения увеличиваются вверх по разрезу от 25 до 55°, тогда как амплитуда сбросов изменяется в обратном направлении. Основной и компенсационный сбросы осложняются серией дополнительных, значительно меньшей амплитуды оперяющих нарушений, пересекающихся на глубине между собой и с плоскостью основного сбрасывателя.

Как известно, количество грабенов на соляном куполе определяется конфигурацией соляного ядра. Внутри грабен обычно разбит большим числом нарушений различного направления. Несмотря на это, общий наклон пластов происходит в направлении к основному сбросу. Грабены куполов по простиранию продолжаются на соляных перешейках, образуя единую систему мульд проседания. О времени заложения грабена и амплитудах подвижек по сбросам в определенные периоды можно судить по сопоставлению мощностей отложений в грабене с эквивалентными образованиями на крыльях куполов. Отсутствие нижних частей разреза внутри грабена указывает на неоднократные подъемы соляного ядра к дневной поверхности в прошлые геологические эпохи.

Касаясь истории развития отрицательных структур, следует отметить, что межкупольные прогибы и прикупольные компенсационные мульды формируются благодаря вытеснению соли из межкупольных зон под действием общетектонических и гравитационных сил. На образование же грабенов влияет как подъем соляного штока, сопровождающийся увеличением площади соляного зеркала и в этой связи возникновением «проблемы пространства», которая разрешается обрушением надсолевых пород в своде купола, так и подземное выщелачивание поверхности соли инфильтрационными водами с последующим проседанием надсолевых пород.

В нефтегазоносном отношении перспективы межкупольных прогибов и прикупольных компенсационных мульд следует оценивать весьма высоко. Структурные ловушки, а значит, и вероятные участки нахождения залежей нефти и газа могут быть приурочены к зонам сопряжения этих типов структур и к крутым склонам соли (см. табл.). Структуры третьего типа — грабены — являются менее перспективными в силу небольших размеров и гидродинамической изолированности.

## ЛИТЕРАТУРА

Бейсенов Б. Б. — «Вестн. АН КазССР», 1964, № 10.
Журавлев В. С. — Труды ГИН АН СССР, вып. 92. М., «Наука», 1963.
Журавлев В. С. — В сб.: «Материалы по геологии и полезным ископаемым Западного Казахстана». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1966.

УДК 551.247(574.12)

# К МЕТОДИКЕ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ

## (На примере Южной Эмбы)

*О. С. ТУРКОВ, М. М. МАТАШЕВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Вопросы структурного анализа солянокупольных областей, в первую очередь Прикаспийской впадины, приобретают первостепенное значение при определении дальнейших направлений нефтепоисковых работ. Однако методическая сторона такого анализа разработана очень слабо. В этой связи заслуживает внимания всесторонний обмен опытом структурного анализа наиболее изученных солянокупольных районов с целью выработки единой методики структурного анализа областей развития соляного тектогенеза. На примере Южно-Эмбенского района Прикаспийской впадины рассмотрим некоторые вопросы структурного анализа солянокупольных областей, касающиеся расчленения осадочного чехла на структурные комплексы и изучения особенностей их регионального строения.

В результате проведенных геофизических работ установлено, что складчатый фундамент в Прикаспийской впадине погружен на значительные глубины, составляющие в Южно-Эмбенском районе 10—14 *км*. Вследствие этого рассматриваемая территория является областью развития мощного осадочного чехла, в котором выделяются подсолевой (докунгурский), кунгуро-верхнепермский и мезозой-кайнозойский структурные ярусы.

К подсолевому структурному ярусу условно относится весь комплекс палеозойских осадков, залегающих между складчатым фундаментом и подошвой кунгурских соленосных отложений. Стратиграфический объем нижнего структурного яруса несколько завышен, что объясняется недостаточной изученностью района.

По данным геофизических исследований и бурения, глубина залегания подсолевых отложений изменяется от 2—2,5 *км* на юге до 7—7,5 *км* на севере рассматриваемой территории. На фоне близкого к моноклинальному погружению подсолевого ложа в районе Биикжала и Каратона имеются крупные подсолевые поднятия с амплитудой до 300 *м* и более. Они ориентированы параллельно обрамлению Прикаспийской впадины и образуют вместе с Атжаксинским, Ащесайским и Трехбратинским поднятиями целую систему подсолевых структур второго порядка, протягивающихся вдоль юго-восточного и южного бортов впадины. В свою очередь, структуры второго порядка осложнены локальными поднятиями и прогибами.

К среднему структурному ярусу осадочного чехла Южно-Эмбенского района отнесены соленосная толща кунгурского возраста и терригенные красноцветы верхней перми. Они образовались в единый регрессивный цикл седиментации, соответствующий крупному этапу тектонического развития Прикаспийской впадины, и по условиям

залегания и степени дислоцированности резко отличаются от подстилающих и перекрывающих их пород.

Выделение же некоторыми исследователями (Васильев, 1968 и др.) соленосных отложений в самостоятельный структурный ярус следует признать неудачным, поскольку при этом соляной тектогенез искусственно отрывается от общетектонических процессов. Кроме того, наблюдаемые морфологические скопления соли представляют собой чаще всего изолированные соляные тела, которые, естественно, не могут рассматриваться как единый структурный ярус.

Наличие в кунгуро-верхнепермском структурном ярусе мощной толщи каменной соли способствовало развитию интенсивной солянокупольной тектоники, в значительной степени затушевывающей особенности его регионального строения. Нами предпринята попытка составления схематической структурной карты поверхности кунгуро-верхнепермского структурного яруса. Для этого на участках прорыва солью верхнепермских отложений изогипсы проводили по кровле соленосной толщи. За основу брали структурные карты по VI отражающему горизонту, уточненные по результатам бурения. Для остальной территории карта строилась методом схождения. Исходными данными для нее послужили структурная карта подошвы мела, лучше всего изученной геолого-геофизическими работами, и карта суммарных мощностей юрских и триасовых отложений.

На составленной по такой методике карте отчетливо видно, что поверхность кунгуро-верхнепермского структурного яруса характеризуется значительной дислоцированностью, обусловленной проявлением солянокупольной тектоники. Обращает на себя внимание разная степень дифференцированности поверхности кунгуро-верхнепермского комплекса в северной и южной частях района. Если в северной части разница в отметках приподнятых и сопряженных с ними опущенных участков составляет 1200—1600 *м*, достигая иногда 1800—2000 *м* и более, то в южной части она редко превышает 400—500 *м*, сокращаясь на крайнем юге до 100—200 *м*. В этом, безусловно, находит свое прямое отражение интенсивность развития солянокупольной тектоники, которая постепенно затухает в юго-восточном направлении.

В отличие от подсолевого структурного яруса кровля кунгуро-верхнепермских отложений в Южно-Эмбенском районе погружается в южном и юго-восточном направлениях от —1400, —1600 *м* на севере до —3400, —3600 *м* на юге. Допускалось, что на фоне этого общего погружения могут быть выявлены помимо локальных дислокаций и структуры второго порядка. Для выяснения правомерности такого предположения наряду с детальным анализом составленной структурной карты необходимо было рассмотреть и некоторые общие вопросы структурного анализа солянокупольных областей. Как известно, интенсивное проявление солянокупольной тектоники в значительной степени затрудняет изучение региональной структуры надсолевых толщ. В последние годы применительно к условиям Прикаспийской впадины были сделаны попытки снятия этой локальной тектоники с регионального плана (Васильев, Скворцов, 1964; Колтыпин, 1967; Слепакова, 1968 и др.). В работах этих исследователей основные построения проводились по III отражающему горизонту (подошва мела). При составлении структурной карты они принимали во внимание данные о глубине залегания подошвы мела в центральных частях глубоко погруженных мульд. Следовательно, в основу построения карты региональной структуры были положены отметки локальных структур, что вызывает возражения, по крайней мере, по следующим причинам. Во-первых, карта регионального

фона должна быть лишена влияния локальных структур, так как в противном случае теряется ее значение. Во-вторых, отметки локальных структур в областях развития солянокупольной тектоники зависят главным образом от ее интенсивности и в меньшей степени подчиняются закономерностям строения региональной структуры. Недооценка последнего фактора привела к тому, что на схемах, составленных разными авторами, выделяемые структуры второго порядка не всегда совпадают между собой, а иногда даже имеют противоположный знак. Все это вносит известный субъективизм в оценку региональной структуры определяемого структурного комплекса.

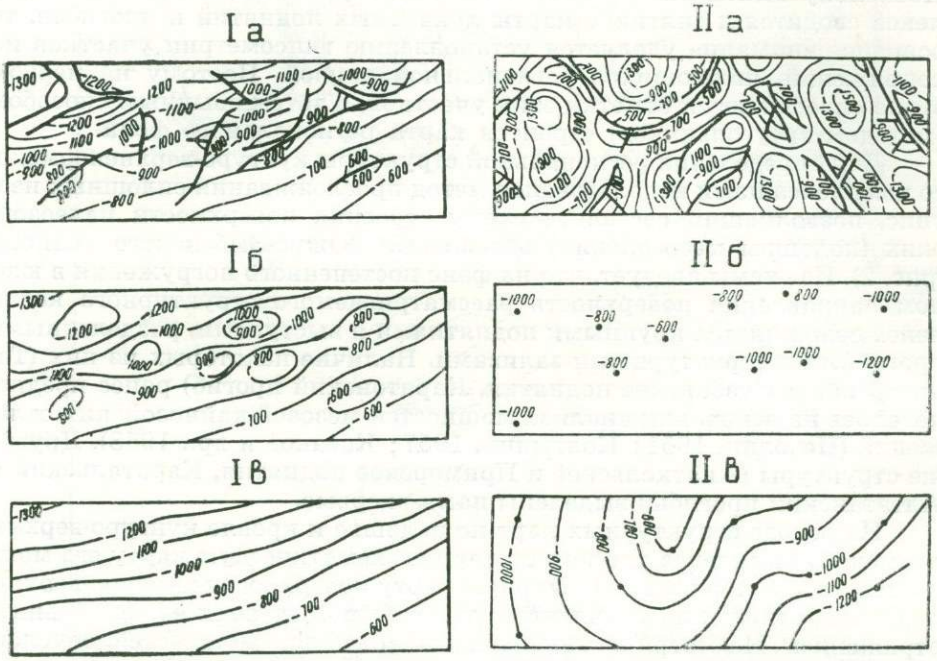



**Рис. 1. Методы составления карт региональной структуры** (по О. С. Туркову). Метод прослеживания сплошных изогипс: Iа — исходная структурная карта; Iб — генерализованная структурная карта со снятыми локальными тектоническими нарушениями; Iв — карта региональной структуры. Метод отметок участков сопряжения положительных и отрицательных локальных структур: IIа — исходная структурная карта; IIб — определение отметок участков сопряжения; IIв — карта региональной структуры.

Геолого-геофизические материалы по Прикаспийской впадине показывают, что имеются другие возможности изучения региональной структуры надсолевых отложений, позволяющие избежать подобных ошибок. В зависимости от качества исходного материала для полного исключения влияния локальных структур при определении регионального плана солянокупольных областей могут быть предложены следующие методы: 1) прослеживание сплошных изогипс, 2) отметки участков сопряжения положительных и отрицательных локальных структур.

Первый метод (рис. 1) широко применяется в платформенных условиях и заключается в прослеживании изогипс, проходящих через весь район или замыкающих крупные структуры второго порядка. Локальные структуры в этом случае снимаются с карты, а на ней остается только региональный фон. Предварительно необходимо генерализиро-

вать исходные структурные карты, снимая локальные разломы и обращая главное внимание на поведение тех изогипс, которые замыкают локальные структуры. Для уменьшения доли субъективизма при этом в обязательном порядке приходится пользоваться также и сейсмогеологическими разрезами. В целом этот метод сводится к построению схематизированной структурной карты, с которой на следующем этапе снимаются локальные структуры.

Второй метод — отметки участков сопряжения положительных и отрицательных локальных структур — является упрощенным и менее трудоемким вариантом первого. Заключается он в следующем (рис. 1). Поскольку выяснение региональной структуры того или иного комплекса сводится к снятию с карты локальных поднятий и прогибов, то основное внимание уделяется установлению гипсометрии участков их сопряжений, являющихся региональной канвой. Поэтому на первом этапе определяются отметки этих участков, а затем обычным способом (методом треугольников) строится карта регионального фона.

Для определения региональной структуры кунгуро-верхнепермского комплекса нами использовался метод прослеживания сплошных изогипс, позволивший составить схему строения поверхности палеозойских (подошвы мезозойских) отложений Южно-Эмбенского района (рис. 2). Из схемы следует, что на фоне постепенного погружения в южном направлении поверхность рассматриваемого структурного комплекса осложняется крупными поднятиями и выступами, разделенными прогибами и структурными заливами. Наличие некоторых из них (Танатарское и Кузбакское поднятия, Каратонский прогиб) ранее предполагалось на основании анализа мощностей мезозой-кайнозойских отложений (Неволин, 1951; Колтыпин, 1957; Казаков и др., 1958). Другие же структуры (Акаткольское и Приморское поднятия, Каратальский и Алтатанский прогибы) выделены нами впервые.

На основе структурных карт по подошве и кровле кунгуро-верхнепермского комплекса удалось составить схематическую карту его мощностей. Она похожа на структурную карту поверхности кунгуро-верхнепермских отложений и является до некоторой степени ее зеркальным отражением. Несмотря на значительное колебание мощностей, обусловленное развитием соляных куполов, на карте четко прослеживается закономерное выклинивание всего структурного комплекса в юго-восточном направлении.

Поскольку распределение мощностей кунгуро-верхнепермского структурного яруса в современную эпоху в известной мере зависит и от характера развития соляных куполов в мезозой-кайнозое, составленная карта не может быть в первоначальном виде использована для палеотектонического анализа. Для подобной цели она должна быть несколько трансформирована. Эти преобразования сводятся к следующему. Для каждого соляного купола определяется площадь подтока соли (площадь питания), границы которой условно проводятся по осевым частям прилегающих межкупольных зон. На полученный таким образом многоугольник накладывается прямоугольная палетка с сеткой через 1 *см*. Для каждого элементарного квадрата (1 $см^2$) высчитывается средняя мощность кунгуро-верхнепермских отложений, а затем находится среднеарифметическая мощность для всего многоугольника. Полученная цифра наносится на карту в центре каждого купола. По этим точкам методом треугольников строится карта палеомощностей.

Применение такой методики позволило впервые составить схему палеомощностей кунгуро-верхнепермских отложений (рис. 3). Она лишена искажающего влияния наложенной мезозой-кайнозойской соля-

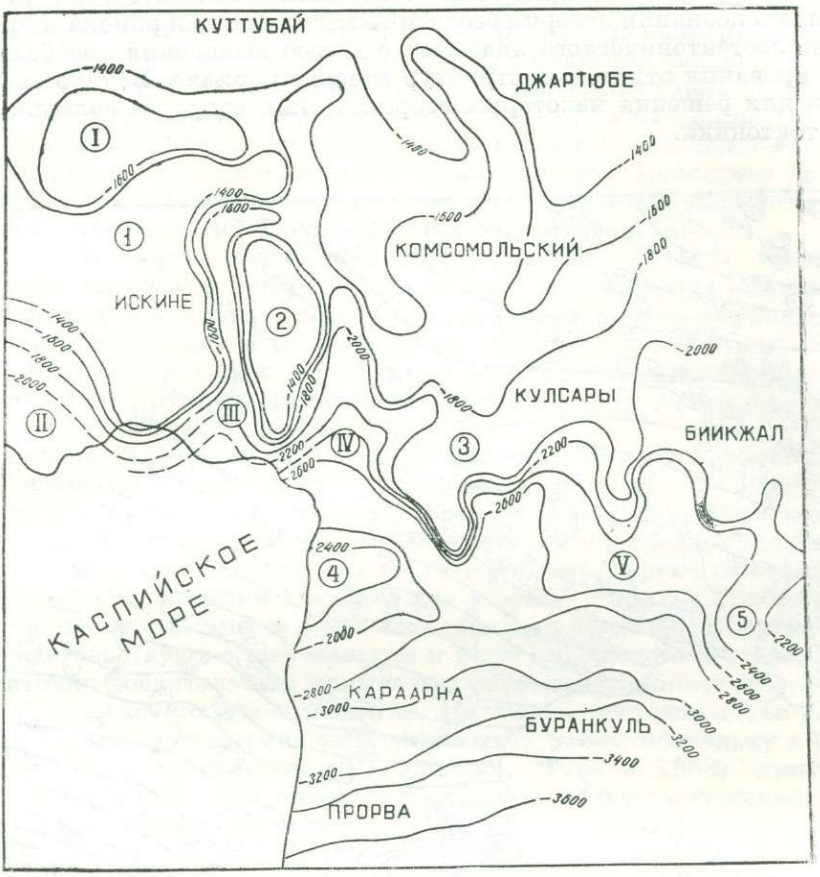



Рис. 2. **Схема строения поверхности палеозойских отложений Южно-Эмбенского района.** *Составил О. С. Турков* (1969). Положительные структуры: *1* — Танатарское поднятие, *2* — Акаткольское поднятие, *3* — Кузбасский структурный нос, *4* — Приморское поднятие, *5* — Табынайский структурный нос. Отрицательные структуры: I — Каратальский прогиб, II — Гурьевский прогиб, III — Алтатанский прогиб, IV — Тентяксорский прогиб, V — Каратонский структурный залив.

нокупольной тектоники и наиболее достоверно отражает закономерности первоначального распределения мощностей пород рассматриваемого структурного яруса. На ней более четко выражено отмеченное ранее общее выклинивание этого комплекса осадков в южном и юго-восточном направлении, в сторону бортовых частей Прикаспийской впадины. Линии изомощностей вырисовывают в общем пологую моноклиналь, осложненную только в районе Приморского поднятия. В сводовой части его мощность кунгурских и верхнепермских отложений сокращается по сравнению с окружающими участками более чем на 1000 *м*. Небезынтересно, что сокращение мощностей носит узко локальный характер и в известной степени не подчиняется региональным закономерностям. Очевидно, такое сокращение мощностей следует объяснить не столько существованием докунгурского поднятия, сколько его резким ростом (подъемом) в верхнепермское время, приведшим как к размыву перекрывающих его отложений, так, вероятно, и к пластическому перетеканию соляной толщи.

Таким образом, карта палеомощностей оказывает существенную помощь в познании истории геологического развития района и проведении палеотектонического анализа с целью выяснения особенностей формирования отдельных структур второго порядка. Велико ее значение и для решения некоторых теоретических вопросов солянокупольной тектоники.

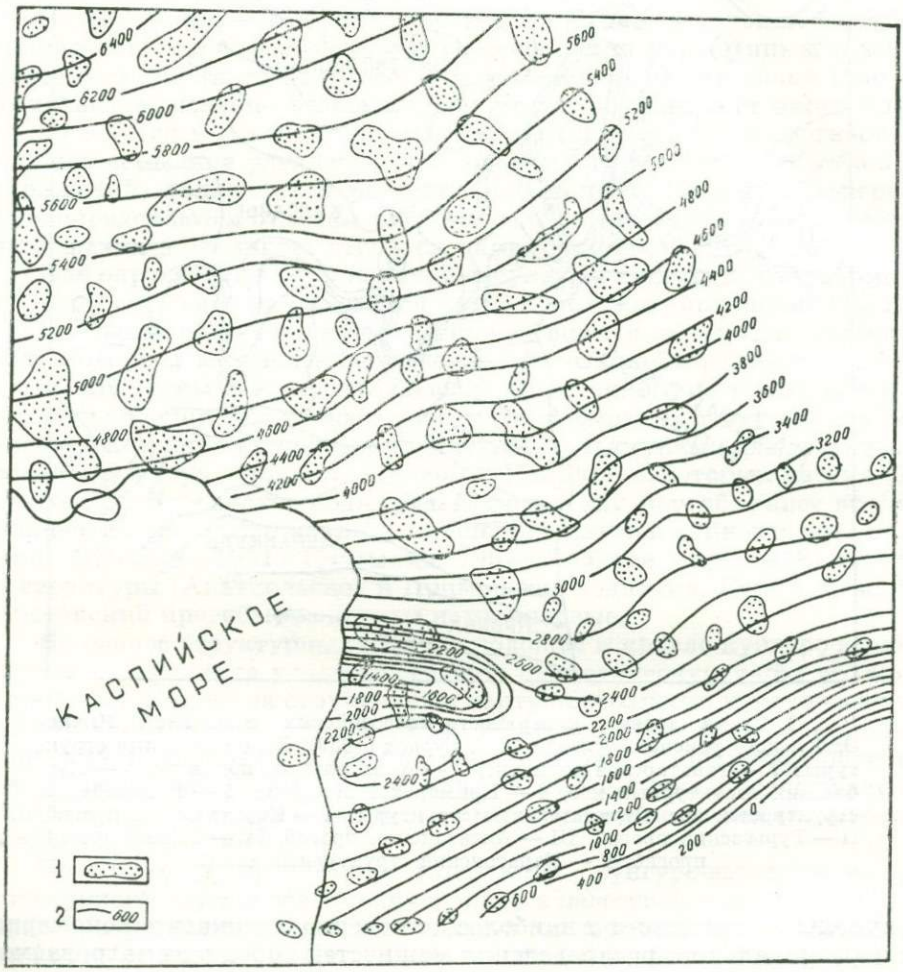



Рис. 3. **Схема палеомощностей кунгуро-верхнепермских отложений Южно-Эмбенского района.** *Составил О. С. Турков* (1969). *1* — контуры соляных ядер; *2* — линии изомощностей.

Мезозой-кайнозойский структурный ярус сплошным чехлом перекрывает значительно дислоцированные отложения палеозоя и отвечает новому этапу геотектонического развития Южно-Эмбенского района. По особенностям строения и характеру взаимоотношений с подстилающими и перекрывающими породами в нем выделяются нижний (триасовый), средний (юрско-палеогеновый) и верхний (неоген-четвертичный) структурные подъярусы. Из них наиболее изучен юрско-палеогеновый, строение которого в целом отражает особенности тектоники всего мезозой-кайнозойского структурного яруса.

Для выяснения особенностей строения юрско-палеогенового структурного подъяруса по сейсмическим материалам, дополненным результатами геологической съемки и бурения, составлена сводная схематизированная карта Южно-Эмбенского нефтеносного района по подошве мела. На карте хорошо отражены основные черты тектоники мезозойских отложений Южно-Эмбенского района и четко устанавливаются закономерности расположения локальных структур. Последние даже по мезозой-кайнозойскому комплексу осадков часто объединяются в целые системы поднятий и разделяющих их прогибов.

В целом юрско-палеогеновый структурный подъярус характеризуется значительной дислоцированностью, интенсивность которой снижается в южном направлении. В этом же направлении наращиваются мощности отложений и увеличиваются глубины их залегания. В мезозой-кайнозойском структурном ярусе выделяются одноименные с палеозойскими структуры второго порядка, хотя их размеры и реже конфигурация изменяются.

Рассмотренные методические приемы позволили не только выяснить основные черты строения различных структурных комплексов, но и сделать некоторые общие выводы об особенностях формирования структуры осадочного чехла Южно-Эмбенского района. Установлено, что, несмотря на существенные перестройки структурного плана района, в развитии большинства структур второго порядка наблюдается унаследованность. Вместе с тем материалы по Южно-Эмбенскому району свидетельствуют о прерывистом и реже инверсионном их развитии. Достаточно убедительным примером в этом отношении являются Приморское и Акаткольское поднятия. Последнее обстоятельство следует учитывать при проведении нефтепоисковых работ, поскольку в Южно-Эмбенском районе отмечается (Радченко, Турков, 1968) приуроченность большинства нефтяных месторождений к положительным структурам второго порядка.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзенштадт Г. Е.-А., Колтыпин С. Н., Размыслова С. С. и др. Нефтегазоносные толщи Прикаспийской впадины. Труды ВНИГРИ, вып. 253, 1967.

Васильев Ю. М., Скворцов И. И. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1964, № 4.

Васильев Ю. М. Геологическое строение Прикаспийской впадины и закономерности распространения нефти и газа в ее недрах. М., «Недра», 1968.

Казаков М. П., Чарыгин М. М., Быков Р. М. и др. Тектоническое строение и история развития Прикаспийской впадины и смежных областей в связи с вопросами нефтегазоносности. М., Гостоптехиздат, 1958.

Колтыпин С. Н. — Труды ВНИГРИ, вып. 109, 1957.

Неволин Н. В. Геологическое строение Прикаспийской впадины в свете геофизических данных. М., Гостоптехиздат, 1951.

Неволин Н. В. Тектоника и перспективы нефтегазоносности Западного Казахстана. М., Гостоптехиздат, 1961.

Радченко Г. А., Турков О. С. — В кн.: «Материалы I Республиканской научно-теоретической конференции молодых геологов Казахской ССР». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1968.

Слепакова Г. И. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1968, № 8.

УДК 551.247:550.8.012

# МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕКТОНИКИ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ

*А. П. АНДРЕЕВ, Ю. А. ВОЛОЖ, Н. Я. КУНИН*

*(Алма-Ата, Казахский геофизический трест)*

Цель настоящей работы — осветить методические приемы построения комплекса структурных карт по совокупности геофизических данных и показать значение их анализа для расшифровки тектоники солянокупольных областей.

Для примера взяты материалы по центральной части Прикаспийской впадины общей площадью 40 000 *км*$^2$, для которой имеются структурная карта поверхности соли, схема изоглубин поверхности подсолевых отложений, а также структурная карта по III отражающему горизонту (подошва неокома). В рассматриваемом районе, включающем на юге соляные купола Назаймола, Абыл, Шугуль, на северо-западе — Круглый, Лебяжий, Сахарный и на востоке — Матенкожа, Шоганколь, широко развиты крупные соляные массивы, разделенные обширными межкупольными депрессиями, в центральных частях которых соленосные отложения отсутствуют, и надсолевые осадки верхней перми непосредственно контактируют с образованиями подсолевого комплекса.

Во многих межкупольных зонах широко распространены глубокие мульды, выполненные отложениями юры — палеогена. В плане они располагаются по периферии межкупольных зон, тяготея к склонам соляных массивов или к осевым частям сочленяющих их перешейков. В центре межкупольных зон, над участками максимальных мощностей верхнепермских и триасовых отложений, юрско-палеогеновый комплекс залегает практически горизонтально и сокращен в мощности. Таким образом, здесь устанавливается одна из основных особенностей солянокупольных областей — закономерное смещение во времени максимального накопления осадков от центра межкупольных зон к сводам соляных массивов. Это свидетельствует о синхронном прогибании кровли соли в мульде и ее подъеме в своде купола.

Соляные массивы имеют в плане разнообразную форму, изменяющуюся с глубиной. На срезах до 3 *км* соляные тела выделяются в виде отдельных изолированных штоков. Глубже (срез 4 и 5 *км*) отдельные тела соединяются между собой в вытянутые гребни и валы. На глубине более 6 *км* гребни, в свою очередь, объединяются перемычками, образуя сотовую структуру, на фоне которой выявить какие-либо линии преобладающего простирания затруднительно.

Разрабатываемая нами методика включает оценку начальной мощности материнского пласта соли, выяснение региональной структуры кровли первоначального пласта соли, амплитуды регионального погружения участка в послеюрское и верхнепермско-триасовое время.

В основу методики положено представление о том, что объем соли со времени ее накопления не изменялся. Несмотря на неизбежность

некоторого размыва соли, в первом приближении это представление, на наш взгляд, вполне оправдано. Принималось также, что соляные купола с момента образования в плане существенно не мигрируют, а растут за счет подтока соли из близрасположенных участков смежных мульд. Для регионального анализа такое допущение, по-видимому, тоже приемлемо. Амплитуда регионального прогибания подсолевого ложа в фиксированный промежуток времени равняется объему отложений определенного стратиграфического комплекса, накопившихся на единице площади. Величина регионального прогибания будет всегда меньше максимальной мощности отложений в мульде и больше мощности этих же отложений в своде и присводовых частях купола.

Для всей площади исследований на структурной карте по кровле соли выделены элементарные области питания с площадями $S_i$. Для определения границ областей питания строились карты срезов для уровней 1, 2, 3 *км* и т. д., затем выбиралась карта такого уровня среза, на которой наиболее четко выделялись все соляные перешейки. На этой карте по осевым плоскостям соляных массивов и перешейков проводилась граница области питания $S_i$. При этом выдерживались два условия: площади $S_i$ должны быть примерно равновелики; по возможности каждая область должна включать одну мульду и прилегающие к ней части куполов и перешейков.

Для каждой области питания подсчитывался объем соли $Q_i^c$, а затем путем деления его на площадь $S_i$ определялась мощность материнского пласта соли ($M_i^c$)

$$M_i^c = \frac{Q_i^c}{S_i}. \tag{1}$$

Полученные величины мощности относились к центру площади $S_i$, и затем выполнялось построение схемы изопахит пласта соли на всей площади исследования. Указанная карта характеризует особенности прогибания рассматриваемой области в период соленакопления.

Для построения схемы современного «регионального рельефа» * кровли соли были подсчитаны объемы надсолевых осадков в каждой области питания ($Q_i^0$). Полученные величины после деления их на площадь области питания $S_i$ принимались за искомое значение глубины залегания регионального рельефа кровли соли $H_i^c$ или региональной поверхности доюрских отложений $H_i^J$

$$H_i^c = \frac{Q_i^0}{S_i}, \quad H_i^J = \frac{Q_i^J}{S_i}. \tag{2}$$

Исходным материалом для определения $Q_i^c$ и $Q_i^0$ служили карты срезов. На каждом срезе $H=1, 2, 3...\ 9$ *км* внутри одной области питания замерялась площадь, занятая солью $S_n^c$ и надсолевыми породами $S_n^0$, $S_j^J$. Искомый параметр вычислялся по формулам

$$Q_i^c = \sum_{n=1}^{9} S_n^c \cdot \Delta H,$$

$$Q_i^0 = \sum_{n=1}^{9} S_n^0 \cdot \Delta H, \tag{3}$$

* «Региональный рельеф» — средняя поверхность, проведенная таким образом, что объем соляных штоков, расположенных выше ее, равен объемам межкупольных мульд по другую сторону от этой поверхности.

$$Q_i^J = \sum_{n=1}^{9} S_n^J \cdot \Delta H,$$

где $H$ — принятое сечение среза, равное 1 *км*.

В целом для района характерно общее увеличение первоначальной мощности соли в северном направлении. Отмечаются области относительно пониженных или повышенных значений $M_i^c$. Одна из таких областей повышенной мощности соли, центральная часть которой оконтуривается изопахитой 6 *км*, протягивается в виде вытянутой с северо-востока на юго-запад полосы шириной 65 *км* и длиной 125 *км*. С северо-востока эта область не оконтурена. На западе она сочленяется с аналогичной зоной повышенных величин $M_i^c$, раскрывающейся на север, в район купола Челкар. На юге мощность материнского пласта соли плавно уменьшается от 5 до 4 *км*. Средняя мощность его для всей площади составляет 4,5 *км*.

Первоначальная мощность соли, влияя на форму и размеры соляных куполов, почти не сказывается на самом процессе галокинеза. Он происходит непрерывно-прерывисто. Это довольно хорошо видно при анализе распределения объемов соли и надсолевых отложений на различных срезах. В отдельные отрезки времени наблюдается усиленный рост куполов, о чем свидетельствует скачкообразное изменение объема надсолевых отложений от среза к срезу. Непрерывность процесса куполообразования отражается в постоянном накоплении в мульдах осадков, компенсировавших прогибание кровли соли, а прерывистость — в скачкообразном изменении темпа прогибания и доли компенсационных отложений в общем объеме надсолевых пород. Предварительно намечаются два периода интенсивного роста куполов. Судя по мощности осадков, первый приурочен к подошве юры, а второй — предположительно к границе верхней перми и триаса.

Объемы надсолевых отложений в межкупольных зонах, находящиеся в настоящее время ниже региональной поверхности кровли материнского пласта соли, составляют около 40 % от общего объема надсолевых отложений. Это позволяет утверждать, что формирование межкупольных мульд носит компенсационный характер, и почти половина заключенных в них осадков является продуктами переноса из пространств, занятых ныне соляными куполами.

Сопоставление карт изопахит материнского пласта соли и региональных мощностей верхнепермско-триасовых отложений указывает на несовпадение в плане областей их максимального накопления. Зачастую участки максимальных мощностей верхнепермско-триасовых пород соответствуют зонам минимальных мощностей материнского пласта соли. Такая закономерность становится понятной, если допустить, что соленосные отложения накапливались в глубоководном бассейне и что их мощность отражает не только суммарную амплитуду тектонических движений кунгурского времени, но и рельеф дна докунгурского бассейна.

Послеюрские движения на исследованной площади были незначительными. Региональная поверхность домеловых пород залегает здесь на глубине 1000—1300 *м*, моноклинально погружаясь в западном направлении. Структурный план отложений мела не соответствует структуре подсолевого ложа и рельефу кровли материнского пласта соли, что также подтверждает вывод о накоплении соленосных толщ в глубоководном бассейне. В результате их мощности фиксируют в основном глу-

бину докунгурского бассейна, а не величину тектонических погружений кунгурского времени.

* * *

1. Анализ карт срезов показывает, что с возрастанием глубины количество соли увеличивается; в пределах рассматриваемого участка не наблюдается закономерных простираний соляных перешейков и какой-либо их связи со строением подсолевого ложа. Осевые линии соляных тел в плане образуют сотовую решетку.

2. По данным количественных расчетов, мощность первоначального пласта соли варьирует от 4 до 6 *км*. Общие региональные прогибания центральной части Прикаспийской впадины в послекунгурское время не превышали 4—5 *км*.

3. Оценка региональной структуры надсолевых отложений возможна лишь с учетом компенсационных явлений, рассчитываемых по отдельным областям питания. Для изучения региональной структуры и ее изменения во времени необходимо составить структурные карты по серии сейсмических реперов. В связи с этим следует использовать такую методику сейсморазведки МОВ, которая обеспечивает трассирование не менее 2—3 опорных горизонтов глубже кровли юры.

4. Компенсационный характер мульд, особенно выполненных верхнепермскими, триасовыми и юрскими осадками, говорит о том, что возможны многочисленные структурные несогласия и фациальные изменения, благоприятствующие формированию экранированных ловушек разного типа.

УДК 551.247.035(574.13)

# ДИЗЪЮНКТИВНАЯ ТЕКТОНИКА ПОДСОЛЕВОГО ЛОЖА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОЛЯНЫХ АНТИКЛИНАЛЕЙ И НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СТРУКТУР В ПРЕДУРАЛЬСКОМ КРАЕВОМ ПРОГИБЕ

*Ф. И. ХАТЬЯНОВ, С. С. НАСЫРОВ, В. А. ТИХОНОВА*

*(Уфа, трест «Башнефтегеофизика»)*

Анализ данных глубокого бурения и геофизических работ на нефть и газ в Предуральском краевом прогибе позволяет установить большую роль дизъюнктивных нарушений в строении подсолевого ложа, влияющих на формирование соляных структур. Раньше считалось, что разломы лишь осложняют строение локальных антиклинальных складок в подсолевых отложениях. В настоящее время выявлены региональные разломы субмеридионального уральского простирания. Это стало возможным благодаря совместной интерпретации сейсмогравитационных материалов, дополненных результатами глубокого бурения отдельных скважин. Первый разлом был обнаружен в 1963 г. при бурении скважин 33 и 34 в Александровской перспективной зоне, намеченной по работам грави- и электроразведки. Одновременно сейсмической партией КМПВ по региональному профилю I вблизи восточного борта Предуральского прогиба получена запись преломленных от горизонтов в среднем карбонатном комплексе (карбоне) волн, аналогичная волновой картине над дизъюнктивными нарушениями. Эти факты послужили основанием для проведения комплексной интерпретации гравитационных, сейсмических и электроразведочных данных для того, чтобы выработать методику трассирования разломов в подсолевых отложениях на всем протяжении восточного борта Предуральского прогиба.

Методика обработки и совместной интерпретации гравитационных и сейсмических материалов была предложена Ф. И. Хатьяновым и состояла в том, чтобы исключить из наблюденных аномалий силы тяжести гравитационное влияние основной контактной поверхности, совпадающей с поверхностью галогенной кунгурской толщи.

Воздействие промежуточной контактной поверхности исключалось следующим образом. По сведениям сейсмо- и электроразведки о рельефе поверхности галогенного кунгура подсчитывали гравитационное влияние этой поверхности с помощью палеток, а также расчетов на ЭВМ при различной избыточной плотности. Предварительно данные о глубинах залегания поверхности контролировались и уточнялись на основе материалов гравиразведки. Значения остаточных аномалий силы тяжести, обусловленные подсолевыми отложениями, определялись путем вычитания из наблюденных величин силы тяжести гравитационного влияния контактной поверхности по широтным профилям во всех точках с шагом 500 *м*. Эффективная избыточная плотность на практике колебалась от 0,10 до 0,25 $г/см^3$ и чаще всего была равна 0,15 $г/см^3$.

На основании количественной интерпретации гравитационных аномалий удалось выделить отчетливые гравитационные ступени ин-

тенсивностью до 5—10 *мгл* вдоль восточного борта прогиба и гравитационные ступени малой интенсивности (1—2,5 *мгл*) в более погруженной Кинзебулатовско-Воскресенско-Волостновской зоне, связанные с резко выраженными разломами в подсолевом ложе.

Гравитационные ступени остаточных аномалий силы тяжести, увязанные с характерными признаками нарушений на сейсмических разрезах КМПВ, МОВ (МРНП), являлись основными критериями для трассирования разломов в подсолевых отложениях на большом протяжении.

Учитывая большую практическую значимость разломов для поисков антиклинальных складок и прослеживания их сводов на глубине, а также для обнаружения залежей газа и нефти, которые в ряде случаев, вероятно, экранируются этими разломами, необходимо поставить специальные опытные сейсмические работы с целью детального изучения разломов в восточной части Предуральского краевого прогиба. Здесь устанавливаются два различных типа разломов (разрывов) — крутые надвиги (взбросы) и шарьяжи. Взбросы характерны для области развития соляной тектоники в Предуральском краевом прогибе. Шарьяжи развиты восточнее — в Зилаирском прогибе и зоне передовых складок Урала, где подсолевые отложения выведены на дневную поверхность. Лишь на отрезке меридионального течения реки Большой Ик наблюдаются локальные минимумы силы тяжести, характерные для соляно-купольной тектоники вообще, но располагающиеся в данном случае в полосе выходов подсолевых флишоидных пород на дневную поверхность. Последнее обстоятельство свидетельствует об аллохтонном залегании подсолевых отложений и возможном распространении под ними локальных гипсово-соляных структур в узкой полосе шириной всего 3—5 *км* (Хатьянов и др., 1966).

По сейсмическим и гравитационным данным наиболее уверенно выделяется в подсолевых отложениях Саратовско-Исимовско-Максютовский региональный разлом, имеющий, вероятно, продолжение в Оренбургской области и прослеженный на протяжении более 60 *км*. К северу кулисообразно с названным разломом намечен другой — Александровско-Подгорновский, протрассированный на расстоянии около 40 *км*. Эти разломы относятся к типу крутых надвигов (взбросов) большой амплитуды (до 800—1000 *м*) с восточным падением плоскости нарушения. Для этого типа нарушений характерны незначительные горизонтальные перемещения в западном направлении наднадвиговой части разреза, представленной породами такого же литолого-фациального состава, как и в поднадвиговой. К зонам региональных взбросов приурочены локальные подсолевые газонефтеносные антиклинальные складки, западные склоны которых срезаются нарушениями.

К западу от рассмотренных региональных взбросов протягивается Кинзебулатовско-Воскресенско-Волостновская полоса подсолевых антиклинальных складок. Ей также свойственны дизъюнктивные нарушения, осложняющие преимущественно западные крылья подсолевых антиклинальных складок. Амплитуда этих нарушений меньше, порядка 500—600 *м*.

Основными морфогенетическими типами диапировых соляных поднятий в южной части Предуральского краевого прогиба являются соляные купола и антиклинали. Купола развиты на его западном борту. Для восточной и частично осевой части прогиба типичны линейные соляные антиклинали, образующие несколько (до 3—4) гряд субмеридионального уральского простирания. Вдоль региональных крутых надвигов в подсолевых отложениях выявлен целый ряд газонефтенос-

ных антиклинальных складок (Саратовская, Исимовская, Сазовская и др.), расположенных, как правило, вдоль восточных склонов соляных антиклиналей. Однако взаимосвязь соляных и подсолевых антиклиналей устанавливается в основном для двух восточных гряд. Под другими соляными антиклиналями, судя по сейсмическим и буровым данным, подсолевое ложе залегает моноклинально (Хатьянов и др., 1966).

О генезисе соляных структур Южного Предуралья имеется несколько точек зрения (Богданов, 1947; Страхов, 1947; Косыгин, 1960). Наиболее распространена гипотеза, отдающая предпочтение при формировании соляно-гипсо-ангидритовых диапировых структур факторам высокой пластичности галогенных пород и давлению, возникающему при региональных вертикальных тектонических движениях. Эта гипотеза хорошо объясняет образование соляных куполов. Что же касается соляных антиклиналей, то новые геолого-геофизические данные о строении подсолевого ложа свидетельствуют о большой роли в создании этих структурных форм не только радиальных перемещений подсолевых пород, имеющих место в отдельных случаях, но и, что является весьма существенным, тангенциальных напряжений, связанных с формированием пологих надвигов на западном склоне Урала (Блохин, 1932; Пейве, 1967). Об этом говорят, в частности, некоторые особенности строения самих подсолевых антиклиналей: преимущественное развитие надвигов вдоль их западных склонов, по которым своды переместились с востока на запад, и установление по данным сейсморазведки и бурения на отдельных структурах (Ромажановской, Кинзебулатовской) клинообразных горстов.

О влиянии тангенциального давления с востока на запад со стороны складчатого Урала на морфологию соляных антиклиналей свидетельствуют следующие основные черты их строения: 1) общее уральское простирание; 2) развитие отдельных «бескорневых» линейных гряд соляных антиклиналей в центральной части Предуральской депрессии, которым соответствует моноклинальное залегание подсолевого ложа; 3) более резко выраженный диапировый характер западных склонов соляных антиклиналей, часто запрокинутых и осложненных нависающими соляными карнизами, по сравнению с простым строением их восточных склонов; 4) установление по косвенным данным сейсморазведки и бурения разрывов в самой соленосной галогенной толще вдоль зон региональных подсолевых надвигов восточного борта Предуральского прогиба.

Таким образом, при объяснении природы подсолевых антиклиналей и линейных гряд мы вынуждены возвращаться к ранее высказанным мнениям, подтверждаемым современными геолого-геофизическими материалами, о преобладающей роли боковых тангенциальных напряжений сжатия послекунгурского времени, совпадающих с основными этапами завершения складчатости и образования надвигов на западном склоне Урала (Блохин, 1932; Страхов, 1947; Пейве, 1967).

Установленные закономерности проливают свет на методику поисков подсолевых газонефтеносных антиклинальных складок. Многолетний опыт поисково-разведочных работ в Предуральском прогибе показывает, что успех при изучении глубинного строения и поисков газонефтеносных структур может быть достигнут только благодаря комплексу геофизических (сейсмических, гравитационных, электроразведочных) методов и глубокому бурению. От тесной увязки и комплексирования геофизических методов с бурением зависит геологическая и экономическая эффективность поисков и разведки газонефтеносных месторождений.

Признавая первостепенную роль дальнейшего совершенствования сейсморазведочных методов исследований, не следует отбрасывать и игнорировать уже испытанные и доказавшие свою эффективность методы грави- и отчасти электроразведки там, где они могут оказаться полезными, особенно на первом этапе поисковых работ — при выделении перспективных зон, ориентировании сейсмических профилей и выборе рациональной методики сейсмических наблюдений на различных участках профиля.

Особенно большое практическое значение имеют данные гравиразведки при трассировании разломов в подсолевых отложениях восточного борта Предуральской депрессии, с которыми генетически связаны антиклинальные складки. Поэтому гравиразведка в настоящее время, как и ранее, прочно входит в рациональный комплекс поисковых методов на подсолевые газонефтеносные антиклинали в Башкирско-Оренбургском Предуралье.

## ЛИТЕРАТУРА

Блохин А. А. — «Бюллетень МОИП», отд. геол., 1932, № 1.

Богданов А. А. Тектоника Ишимбаевского Приуралья. М., изд. МОИП, 1947.

Косыгин Ю. А. Типы соляных структур платформенных и геосинклинальных областей. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Пейве А. В. — «Геотектоника», 1967, № 5.

Страхов Н. М. Геология кунгура Ишимбаевского нефтеносного района. М., изд. МОИП, 1947.

Хатьянов Ф. И., Насыров С. С., Тихонова В. А. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Хатьянов Ф. И., Насыров С. С. — В кн.: «Солянокупольные регионы СССР и их нефтегазоносность», часть II. Киев, «Наукова думка», 1969.

УДК 551.736.3:553.981'982(574.12)

# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

*З. Е. БУЛЕКБАЕВ, Г. Ж. ЖОЛТАЕВ*

*(Актюбинск, нефтеразведочная экспедиция; Алма-Ата, КазПТИ)*

В надсолевом структурном комплексе восточной части Прикаспийской синеклизы целесообразно выделять два структурных этажа: кунгурско-верхнепермский и мезозой-кайнозойский. Они различаются между собой по строению локальных поднятий и в региональном плане.

Кунгурско-верхнепермский структурный этаж резко отличается от подсолевого структурного комплекса и мезозой-кайнозойского этажа, так как включает в себя галогенную толщу кунгура, которая характеризуется чрезвычайно сложным строением. В ядрах одних структур она на полную мощность прорывает верхнепермские отложения, а в других имеет расплывчатое очертание, небольшую мощность и не прорывает лежащие выше породы. У крутых склонов соляных куполов и антиклиналей структура верхнепермской толщи зависит от конфигурации боковой поверхности соляных ядер. Часто ей свойственно блоковое строение вследствие нарушенности радиальными или «кольцевыми» разломами.

По данным бурения и сейсморазведки, в разрезе верхнепермских отложений наблюдается несколько поверхностей несогласия. Так, на площадях Кенкияк, Каратюбе, Акжар установлено несогласное залегание татарских отложений на казанских, верхнетатарских на нижнетатарских и т. д.

Интересно отметить, что склоны соляного ядра на глубинах, где они контактируют с жанажольской толщей кунгура или с казанскими образованиями, относительно пологие (углы их падения порядка 40—50°), на контакте с татарскими отложениями они характеризуются углами падения порядка 75—90°, а местами соляные ядра имеют карнизы. Поэтому контакт склонов соляных ядер с казанскими отложениями может быть как тектонический, так и нормально стратиграфический, а контакт с татарскими отложениями — преимущественно тектонический.

Углы падения пород у крутого склона куполов возрастают сверху вниз. Породы кунгурского (жанажольская толща) и казанского ярусов залегают в среднем под углами около 60—75°, нижнетатарского —30—40°, верхнетатарского — 10—20° или горизонтально.

На соляных куполах (Шенгельший, Сарксымола, Кожасай, Елубайший, Жанатан, Акжар, Гулюнсай и др.) и антиклиналях (Остансук, Аккум, Арансай, Талдышоки и Алибекмола) верхнепермские отложения прорваны солью на полную мощность, и их строение зависит от формы в плане и глубинной морфологии соляных ядер. На некоторых куполах (Сарксымола, Кожасай, Шенгельший и др.) верхнепермские отложения со всех сторон облегают их соляные ядра, испытывая резкое

воздымание от смежных с ними мульд к их своду. Большинство же куполов являются асимметричными.

Верхнепермские отложения у крутых склонов соляных куполов не только моноклинально воздымаются к сводам, но и образуют полусводы, примыкающие к склону соляного ядра, или антиклинальные структуры полного контура (Аккудук на западном крыле Илеймесаймрака). Эти структурные формы как возможные ловушки представляют определенный интерес и отмечаются на куполах Каратюбе, Киндысай, Коздысай, на южной периклинали Талдышоки (структура Булаш) и др.

В межкупольных пространствах кунгурские и верхнепермские отложения имеют четко выраженное синклинальное строение и реже образуют антиклинальные структуры (Кумсай, Муюнкум, Соломбольская, Николаевская, Северный Локтыбай, Кокбулак, Жарыкколь; слабо изучены Луговская, Кокжиде, Новая). Общим для поднятий является то, что все они представляют собой ненарушенные антиклинальные структуры, расположенные между куполами. По данным бурения и сейсморазведки, верхнепермские отложения характеризуются здесь более полным разрезом и малыми углами падения, увеличивающимися от сводов межкупольных поднятий к их крыльям. Несогласия, которые ясно видны у крутых склонов соляных куполов, на межкупольных поднятиях ослаблены.

Кроме известных и ранее описанных геофизиками и геологами межкупольных поднятий, на востоке Прикаспийской синеклизы можно выделить еще три структуры: Кзылбулак, Каратас и Жиделикум.

Межкупольное поднятие К з ы л б у л а к (по одноименному населенному пункту) находится между куполами Коздысай, Сарксымола, Кожасай, Елубайший и Илеймесаймрак. Оно асимметрично, с крутым западным крылом. Ориентировка структуры меридиональная.

Межкупольное поднятие К а р а т а с (по названию населенного пункта) расположено между куполами Кожасай, Курган, Жанатан и Елубайший. По сравнению с межкупольным поднятием Кзылбулак оно имеет небольшую площадь, изометрическую форму в плане. Мощность слагающих его кунгурских и верхнепермских отложений несколько меньше.

Межкупольное поднятие Ж и д е л и к у м (по старому названию песков Кок-Жиде) изучено слабее. С севера оно окружено соляными куполами Башенколь, Урихтау, с запада — Сарксымола и Кожасай, с юга — Курган, а с востока, возможно,— куполом Кумызтюбе.

Межкупольные поднятия Кзылбулак, Каратас и Жиделикум выделяются как по внутриверхнепермским отражающим горизонтам, так и по отражающим горизонтам «Д» (подошва триаса) и IV (подошва средней юры).

На площадях Жанажол, Синельниковская и Чудовская верхнепермские отложения образуют ненарушенную антиклинальную структуру и согласно облегают кровлю соленосной толщи. Мощность их резко уменьшается к своду поднятий — от 2000—3000 *м* до первых сотен метров.

Известные отрицательные формы залегания верхнепермских отложений можно объединить в надсводовые и прикупольные компенсационные мульды и межкупольные депрессии.

Примером надсводовой компенсационной мульды, по-видимому, может служить отрицательная структура на своде купола Коздысай. Выполнена она верхнепермскими и мезозойскими отложениями. С запада мульда ограничена сбросом, секущим весь комплекс пород, выполняющих ее. Судя по изменению мощностей отложений, она как

отрицательная структура была выражена уже в конце позднепермской эпохи и интенсивно развивалась в течение мезозоя и кайнозоя.

Между соляными куполами и межкупольными поднятиями развит другой тип компенсационных мульд, названный прикупольным. Прикупольные компенсационные мульды в начальные этапы куполообразования возникают в результате интенсивного оттока соли из тех участков соленосной толщи, которые располагались ближе к месту зарождения купола, а в поздних этапах — вследствие оттока соли из пологих склонов соляного ядра. Они всегда асимметричны. Крыло, общее для купола и мульды, крутое. Прикупольные компенсационные мульды четко выражены на северном и южном крыльях купола Кенкияк, на площадях Акжар, Бозоба и др. Ось их по более молодым отложениям мигрирует в сторону свода ядер куполов. Развитие прикупольных компенсационных мульд у соляных куполов приводит к образованию межкупольных поднятий. Поэтому прикупольные компенсационные мульды всегда возникают раньше, чем межкупольные поднятия.

Другая не менее распространенная форма локальных отрицательных структур — межкупольные депрессии. Они обычно бывают небольших размеров: конфигурация их в плане зависит от расположения окружающих соляных куполов и других типов локальных поднятий. Образуются межкупольные депрессии в результате оттока соли в ядра окружающих локальных поднятий. Они всегда являются общей отрицательной структурой для нескольких локальных поднятий.

В настоящее время признаки нефти и газа в надсолевых пермских отложениях установлены на многих площадях. В 1962 г. на южном склоне соляного ядра купола Кенкияк выявлены нефтеносные горизонты, давшие при опробовании промышленные притоки нефти.

Как показывает опыт разведки, залежи нефти у крутых склонов соляных ядер узкие и для их поисков требуется точное знание строения верхнепермских пород. Для выбора места заложения поисковых скважин недостаточно знать начало крутого погружения кровли соли, которое обычно определяется по данным КМПВ. Необходимо изучить глубинную морфологию соляных ядер куполов. Для этой цели следует шире применять новые методы геофизических исследований — метод регулируемого направленного приема и скважинную сейсморазведку. Для окончательной оценки перспектив нефтеносности того или иного крыла купола в условиях крутого склона соляных ядер надо пробурить минимум две или три скважины, расположенные по профилю вкрест простирания крыла.

## ЛИТЕРАТУРА

Булекбаев З. Е., Дальян И. Б., Мулдакулов Г. Г., Посадская А. С. — «Геология нефти и газа», 1967, № 6.

Жолтаев Г. Ж. — Геология. Тематический сборник статей аспирантов и соискателей, вып. 1. Алма-Ата, изд. КазПТИ, 1966.

Жолтаев Г. Ж. — «Изв. АН КазССР, серия геол.», 1967, № 3.

Жолтаев Г. Ж. — Труды МИНХ и ГП, вып. 83. М., 1969.

УДК 551.247:553.981'982(574.12—11)

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОЕНИЯ И НЕФТЕНОСНОСТИ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР ПРИПЯТСКОЙ И ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИН

*Р. З. БАГАУТДИНОВ, В. С. КОНИЩЕВ*

*(Алма-Ата, МГ КазССР; Гомель, трест «Белнефтегазразведка»)*

При выяснении закономерностей строения, формирования, нефтегазоносности соляных структур Припятской и восточной окраины Прикаспийской впадин большой интерес, на наш взгляд, представляет изучение зарождения и первого этапа образования соляных структур, когда определились основные особенности строения, распространения соляных структур и сказалось решающее влияние тектоники подсолевого ложа.

В разрезах названных регионов выделяются подсолевой, солевой и надсолевой комплексы, между которыми есть структурные несогласия.

Подсолевой комплекс в обоих регионах имеет платформенное строение и характеризуется широким распространением разломов.

В Припятской впадине выявлены разломы, ограничивающие впадину от Белорусского и Воронежского массивов на севере и от Украинского щита на юге, региональные ступенеобразующие и локальные нарушения. Разломы идут от фундамента, пересекают подсолевые, нижнесоленосные, межсоленосные отложения и уходят в верхнюю соленосную толщу, а иногда и в надсолевые породы. Наиболее типичными подсолевыми структурами являются ступени и блок-моноклинали. Валы и антиклинальные поднятия пока еще достоверно не установлены.

В восточной части Прикаспийской впадины на фоне моноклинального погружения подсолевого ложа на запад обнаруживаются брахиантиклинали, антиклинали, структурные носы, прогибы, структурные заливы. Своим формированием они обязаны разломам, идущим от фундамента и затухающим на различных стратиграфических уровнях. Сейсморазведкой МРНП на региональном профиле XXI установлено, что многие разломы продолжаются в соленосную толщу, а поднятия, имеющие характер антиклиналей, по материалам сейсморазведки МОВ и КМПВ, по данным МРНП, являются блок-моноклиналями, аналогичными локальным структурам подсолевого комплекса Припятской впадины.

Локальные положительные и отрицательные структуры в солевом и надсолевом комплексах созданы в Припятской впадине разломной и соляной, а в восточной части Прикаспийской — преимущественно соляной тектоникой.

Локальные поднятия восточной части Прикаспийской впадины подразделяются на межкупольные поднятия типа «щита черепахи», соляные антиклинали, диапироидные, криптодиапировые и диапировые соляные купола.

Среди отрицательных локальных структур в надсолевых отложениях по морфологии и генезису выделяются межкупольные прогибы, асимметричные и с поднятиями типа «щита черепахи», компенсационные мульды, прислоненные и вдавленные, мульды оседания, обращенные, с наложенными антиклиналями, погребенные и унаследованные.

Аналогичные положительные и отрицательные структуры распространены в Припятской впадине, где они вместе с тем в значительной степени унаследованы от подсолевого ложа. В отличие от восточной окраины Прикаспийской впадины здесь отсутствуют диапировые соляные поднятия и разломы, созданные соляной тектоникой, хотя наблюдаются региональные и локальные разломы, идущие из подсолевого комплекса.

В обеих солянокупольных областях устанавливаются преимущественно прямые соотношения структурных планов подсолевых и солевых структур. В восточной части Прикаспийской впадины соляные поднятия расположены главным образом в сводовых и присводовых частях антиклиналей, структурных носов, на флексурах, реже на моноклиналях подсолевого ложа, в Припятской впадине — над блоками подсолевого ложа, в их поднятых приразломных частях. Вместе с тем отмечаются смещения соляных структур на крутые крылья подсолевых поднятий в восточной части Прикаспийской впадины и по падению блоков от региональных разломов — в Припятской впадине. Отдельные соляные поднятия в прогибах подсолевого ложа, возможно, являются структурами второй генерации.

Межкупольные поднятия типа «щита черепахи» находятся над прогибами подсолевого ложа, структурными заливами, ступенями, ограниченными флексурами.

Соляные структуры и межкупольные поднятия, как правило, наследуют местоположение и простирание структур подсолевого ложа. Поскольку подсолевые структуры контролируются разломной тектоникой фундамента, то именно она определяет в конечном счете основные закономерности размещения соляных структур. Отдельные нарушения в линейности соляных структур объясняются наличием поперечных разломов в подсолевых отложениях.

Не только расположение, но и морфология соляных поднятий и межкупольных прогибов как в плане, так и в разрезе во многом обусловливаются особенностями строения и развития подсолевого ложа.

Активность проявления соляной тектоники повышается с ростом глубины залегания подсолевого ложа, увеличения мощности соленосной толщи и надсолевых отложений. Соляная тектоника в соляных толщах, по материалам двух регионов, начинается при мощности порядка 700 *м*. Установлено также, что интенсивность ее развития зависит от степени соленасыщения соленосных толщ. Так, в Припятской впадине процессам соляного тектогенеза подвержена галитовая подтолща верхней соленосной толщи, где несолевые прослои составляют не более 15%. Соляная тектоника в нижней соленосной толще отмечается лишь в отдельных случаях, когда процент несолевых прослоев в ней снижается до 23% (Первомайская скважина 2).

В развитии соляных структур восточной части Прикаспийской впадины выделяются верхнепермский и мезозой-кайнозойский, а в Припятской впадине — лебедянский, данково-каменноугольный и пермско-мезозойский этапы. Главными являются верхнепермский для Прикаспийской и лебедянский для Припятской впадин.

Затухание соляной тектоники на заключительных этапах развития в обеих солянокупольных областях объясняется прежде всего исто-

щением соли в межкупольных зонах. В некоторой степени это связано, вероятно, и с выходом сводов соляных массивов в отложения менее плотные, чем соль, что привело к установлению гравитационного равновесия соляных массивов с вмещающими породами или положения, близкого к нему.

Изучение динамики и кинематики процесса формирования структур двух солянокупольных областей показывает, что ни гравитационная, ни общетектоническая гипотезы в отдельности не отражают всей сложности процесса соляного тектогенеза, ибо каждая из них рассматривает лишь одну его сторону. В действительности гравитационный и общетектонический факторы взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Под действием гравитационных сил соляные структуры развиваются непрерывно. Скачкообразный характер их развития обусловлен общетектоническим фактором, а именно: образованием нарушений и динамических напряжений в соли во время региональных подъемов, которые, добавляясь к статическим напряжениям, вызванным гравитационной силой, способствуют переходу соли в пластическое состояние и усиливают перепад потенциалов напряжений.

В нефтеносности соляных структур регионов есть ряд общих черт и значительные различия. Основное из них заключается в том, что в восточной части Прикаспийской впадины промышленные залежи нефти установлены в надсолевых отложениях, а в подсолевых отмечены только признаки нефти и газа, в то время как в Припятской впадине промышленные залежи нефти выявлены в подсолевых, межсолевых и верхнесоленосных образованиях, а в надсолевых породах встречены лишь признаки нефти.

Имеющийся по обеим солянокупольным областям фактический материал позволяет установить генетическую связь между нефтеносностью подсолевого, солевого и надсолевого комплексов, т. е. миграцию нефти из подсолевых отложений в лежащие выше.

В Припятской впадине залежи нефти в подсолевых и межсолевых породах тектонически экранированы солью галитовой подтолщи верхней соленосной толщи по региональным нарушениям. В верхней соленосной толще имеются признаки и залежи нефти, а в брекчиях кепрока — обильные признаки тяжелой окисленной нефти. Это следы миграции нефти из подсолевых и межсолевых отложений через соленосную толщу. В предданковское время в процессе крупных подвижек по разломам и отжатия соли из опущенных в поднятые блоки движущаяся соль, приходя в контакт с головными частями залежей, захватывала нефть и выносила ее в соляные массивы. Нефть двигалась как по трещинам в соли, так и вместе с ней и насыщенными ею внутрисолевыми прослоями. Часть насыщенных нефтью, перемятых внутрисолевых прослоев отложилась в кепроке при растворении соли и окислилась в поверхностных условиях. Таким образом, миграция нефти через соленосную толщу возможна в периоды интенсивных подвижек по разломам и отжатия соли из опущенных в поднятые блоки, т. е. в отдельные фазы куполообразования.

В восточной части Прикаспийской впадины подсолевой комплекс также имеет блоковое строение. Путями вертикальной миграции нефти в подсолевых отложениях могли быть разломы, а в надсолевом комплексе — лежащие на их продолжении крутые склоны соляных массивов и кольцевые разломы в верхнепермских породах. По-видимому, процесс вертикальной миграции нефти из подсолевой толщи в надсолевую и формирования в ней залежей нефти был многофазным. Каждая фаза приурочена к периодам оживления подвижек по разломам

во время региональных подъемов территории. Однако древние залежи едва ли могли сохраниться в крайне неблагоприятных гидрогеологических условиях в сводах соляных поднятий. Остались лишь те из них, которые формировались в результате вертикальной миграции нефти во время последнего регионального подъема, продолжающегося и в современное геологическое время.

УДК 551.247(574.12/13)

# НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭМБЫ

*Г. К. БОНДАРЧУК, У. К. БЕГАЛИЕВ, Л. С. БОНДАРЧУК*
*(Гурьев, нефтепоисковая экспедиция ЗКГУ)*

Зависимости между расположением солянокупольных структур и региональных структурных форм посвящено большое количество работ многочисленных исследователей Прикаспия. Очевидность ее в настоящее время не вызывает сомнений. Мы попытались выявить связь между возможными региональными структурными формами, соляными куполами и локальными структурными элементами куполов Центральной Эмбы.

На основании анализа гравиметрического материала и геологической карты, построенной при детальных геологосъемочных работах, проводимых авторами, можно наметить главные простирания соляных гряд. Доминирующими являются два почти взаимно перпендикулярных направления осей соляных структур: в центральной и южной частях района — северо-западное в пределах азимутов 330—340°, в северной — северо-восточное в пределах азимутов 30—60°. Установлено также, что простирания основных дизъюнктивных нарушений параллельны указанным направлениям (рис. 1).

Характерно, что выделенные направления почти совпадают с зонами планетарной трещиноватости (Чебаненко, 1963). Отмеченная закономерность пространственного размещения соляных гряд и сбросовых нарушений на них отражает общетектонический план вертикальных движений участков фундамента по зонам глубинных разломов. Очевидность этого вывода вытекает из следующих материалов.

К основным нарушениям мы относим главные сбросы, образующие грабены структур, и поперечные разломы, переходящие с одного солянокупольного поднятия на другое, не затухая в мульдах. Простирания главных сбросов, как и пород надсолевого комплекса, совпадают с ориентировкой соляных гряд. Здесь же необходимо отметить, что многочисленные второстепенные сбросы, характер размещения которых на структурах убедительно свидетельствует о возникновении их в результате локального подъема соляных ядер, располагаются хаотически, вне связи с главенствующими направлениями соляных гряд.

На большинстве соляных куполов Центральной Эмбы развиты надсолевые мульды оседания. Согласно представлению В. С. Журавлева (1966), они распространены в сводовых частях куполов с плосковерхими соляными массивами и приурочены за редким исключением к приподнятым крыльям структур, сложенных в своде осадками средней юры. Мульды оседания расположены над сводами этих крыльев и частично над грабеном. Бывают случаи, когда они развиты над всем грабеном и частично над сводом опущенного крыла (например, Чиилисайская мульда оседания).

Мульды оседания имеют вытянутую форму и асимметричное строение. Чаще всего длинные оси мульд совпадают с основными осями простирания структур. Размеры их от нескольких сотен метров до 1,5÷2 *км* в ширину и 2÷7 *км* в длину. Присводовый борт мульды обычно осложнен сбросом, по которому породы, выполняющие мульду оседания, контактируют с древними отложениями, слагающими своды структур. Это нарушение на периферии примыкает к главному сбросу грабена или, нарушая его, быстро затухает.

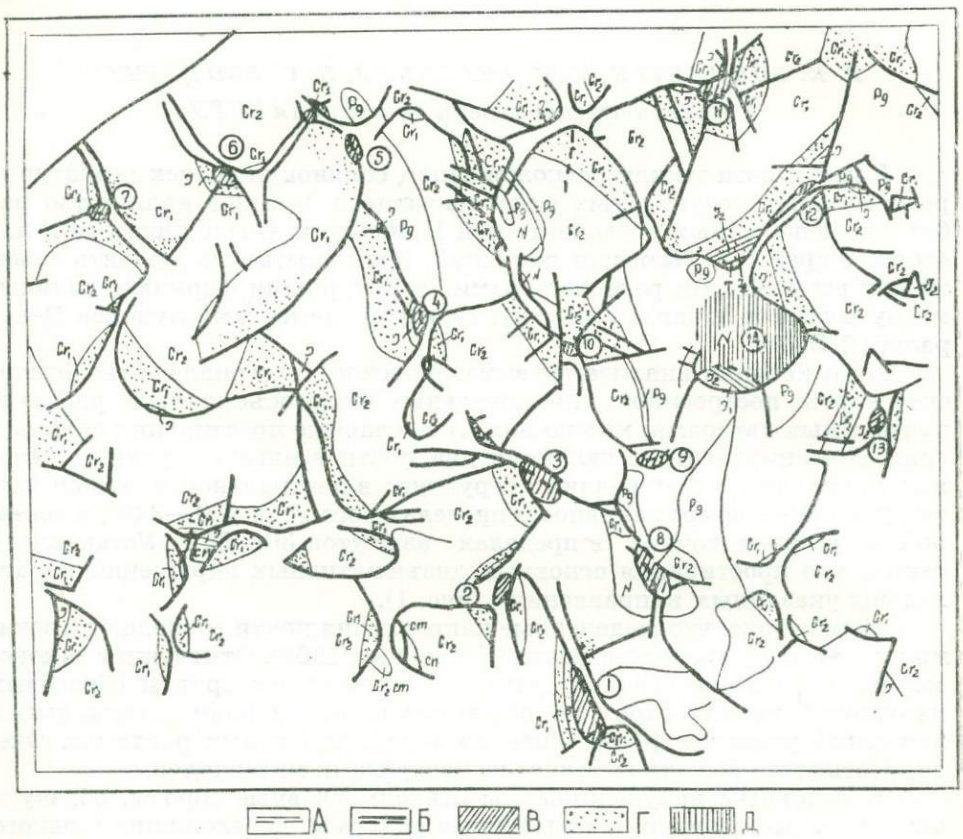



Рис. 1. **Обзорная карта района.** *А* — геологические границы; *Б* — сбросы; *В* — своды структур; *Г* — мульды оседания; *Д* — компенсационная мульда. Цифрами в кружках обозначены мульды оседания: *1* — Канджигская, *2* — Кабыскольская, *3* — Мурзаджарская, *4* — Южно-Таганская, *5* — Акчилекская, *6* — Бектабанская, *7* — Джантерекская, *8* — Чиилийская, *9* — Кульды-Кудукская, *10* — Карасайская, *11* — Шобинская, *12* — Северо-Киактыксайская, *13* — Санкубайская, *14* — Терсакканская компенсационная мульда.

Главный сброс приподнятого крыла погребен под мульдой оседания без всяких признаков смещения пород по нему в новейшее время — время образования описываемых мульд (рис. 2). Линия погребенного главного сброса делит мульду на две части, резко различные по характеру залегания отложений, выполняющих ее. Осадки присводовой части контактируют с более древними с резким угловым несогласием. Породы противоположного (надграбенового) борта ложатся на подстилающие осадки согласно или с небольшим угловым несогласием.

Соотношение мульд оседания с опущенными крыльями куполов бывает двояким. Первый случай наблюдается, когда мульда оседания находится только над частью грабена, второй — когда она развита над всем (по ширине) грабеном. В первом случае в грабене на небольшом удалении от борта мульды образуется новое нарушение, параллельное главному сбросу опущенного крыла, во втором — смещение пород в новейшее время идет по главному сбросу этого крыла.

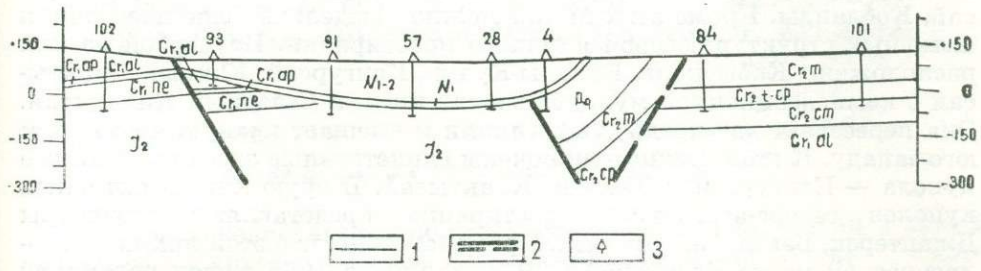



Рис. 2. **Геологический профиль через мульду оседания.** *1* — геологические границы; *2* — сбросы; *3* — пробуренные скважины.

На присводовых бортах мульд оседания породы залегают под углом 20—30°, в надграбеновых бортах — 35—45°. Продольная линия максимального прогибания мульд проходит над сводом приподнятого крыла или над грабеном структуры и обычно приурочена к первоначальному гребню соляного массива.

Мульды оседания выполнены континентальными отложениями верхнего миоцена и плиоцена, а также морскими осадками среднего сармата, в основании которых залегают так называемые «подсарматские слои» (Бондарчук, Трохименко, 1968).

Большинство исследователей Прикаспия считали, что образования неогена восточнее структуры Иманкары представлены только прибрежными осадками среднесарматского возраста максимальной мощностью 21 *м*. Нами установлено, что в Центральной Эмбе присутствуют морские и континентальные отложения неогена, мощность которых в мульдах оседания (Канджигская) достигает 250 *м*, а в Терсакканской компенсационной мульде (рис. 1) доходит даже до 450—500 *м*.

Описанные закономерности в строении надсолевых мульд оседания и наличие в основании выдержанного по мощности прослоя морских осадков среднего сармата дают возможность трактовать их происхождение следующим образом.

В новейшее время, после ухода среднесарматского моря, рассматриваемый район испытывает резкое воздымание, сопровождающееся активным ростом солянокупольных структур. В результате приближения соляных масс наиболее активных куполов к дневной поверхности происходит подземная эрозия верхов соляных ядер: воды активных водоносных горизонтов «слизывают» их вершины. В местах выщелачивания соли надсолевые отложения оседают, занимая место унесенной растворами соли и образовывая таким образом мульды оседания, которые заполняются континентальными осадками. Об этом свидетельствует приуроченность мульд оседания к наиболее приподнятым крыльям структур с выходом в своде отложений средней юры.

При анализе геологической карты Центральной Эмбы (рис. 1) можно выделить несколько линий-цепочек весьма активных в новейшее время солянокупольных структур. Соляные ядра их при различных диа-

метрах имеют относительно равную высоту. Как уже отмечалось, простирания пород надсолевого комплекса и основных тектонических нарушений совпадают с направлениями выделяемых линий. Кроме того, главные сбросы часто являются общими для всей цепочки структур или для большей их части.

В центре района четко выделяются две линии активных структур северо-западного простирания. Первую составляют структуры Канджига, Мурзаджар, Южный Таган, Акчилек, вторую — Чиилисай, Карасай, Кобланды. Кроме этих линий можно выделить еще две линии активных структур северо-восточного простирания. На первой из них расположены Кабысколь, Кульды-Кудук, Конгурсай, Южный Киактысай с компенсационной мульдой между ними и Северный Киактысай. Она пересекает две предыдущие линии и смещает южную часть их к юго-западу. К этой линии приурочены единственные здесь прорванные купола — Конгурсай и Южный Киактысай. Вторую линию активных куполов северо-восточного простирания представляют структуры Джантерек, Бектабан, Акчилек. Примечательно, что этой линии на геологической карте Казахской ССР, изданной в 1965 г. под редакцией В. Ф. Беспалова и др., соответствует сброс в подсолевом ложе, выявленный по геофизическим данным.

Часть куполов, активных в новейшее время, не попадает на намеченные линии. По-видимому, они приурочены к другим линиям, выделить которые и продолжить их из-за отсутствия материалов по территориям, прилегающим к описываемому району, невозможно.

Перечисленные выше купола, по классификации Л. Б. Аристарховой (1966), относятся к весьма активным структурам в новейшее время. Они осложняются надсводовыми мульдами оседания.

В заключение следует отметить, что многие исследователи Прикаспия в основе глубинной структуры впадины усматривают разломно-блоковое строение ее кристаллического фундамента и подсолевого ложа (Неволин, 1961; Журавлев, 1960 и др.). Разломы способствуют движению блоков и контролируют образование и распределение структур в осадочном чехле. Учитывая сказанное, можно прийти к выводу о том, что определенно ориентированным цепочкам солянокупольных структур района, весьма активным в новейшее время, по-видимому, соответствуют линейные структурные элементы подсолевого ложа. Таковыми могут быть подсолевые флексурные перегибы или региональные тектонические нарушения.

## ЛИТЕРАТУРА

Аристархова Л. Б. — «Вестн. МГУ», серия V, «География». 1966.

Бондарчук Г. К., Трохименко М. С. — В кн.: «Геоморфологический анализ при геологических исследованиях в Прикаспийской впадине». М., Изд-во МГУ, 1968.

Журавлев В. С. Основные черты глубинной тектоники Прикаспийской синеклизы. Труды ГИН АН СССР, вып. 42. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Журавлев В. С. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Журавлев В. С., Кузьмин Ю. Я. — «Докл. АН СССР», 1970, т. 130, № 2.

Неволин Н. В. Тектоника Западного Казахстана и перспективы его нефтегазоносности. М., Гостоптехиздат, 1961.

Чебаненко И. И. — Труды Института геологических наук АН УССР, серия геотект., вып. 12. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

УДК 551.311.8(574.13)

# ИСКОПАЕМЫЙ ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАН БИШТАМАКСКОЙ БРАХИАНТИКЛИНАЛИ В АКТЮБИНСКОМ ПРИУРАЛЬЕ

*К. Х. БАКИРОВ, М. А. ЧИМБУЛАТОВ, А. В. ЯКОВЛЕВ*
*(Актюбинское отделение ЗапКазНИГРИ)*

В присводовой части Биштамакской брахиантиклинали в низах кунгурского яруса глубокими скважинами вскрыта мощная толща брекчий, имеющих своеобразные состав и структуру. Складка вытянута с северо-запада на юго-восток и по артинским отложениям имеет асимметричное строение с крутым западным и более пологим восточным крыльями. Вдоль западного крыла проходит разрывное нарушение, по которому восточное крыло надвинулось на западное. Вертикальная амплитуда взброса достигает почти 600 *м*. Второе нарушение сбросового характера с амплитудой около 50—100 *м* расположено в приосевой части структуры. Соленосный комплекс кунгурского яруса прорывает верхнепермские отложения, образуя над артинской структурой высокую соляную антиклиналь (рис. 1).

Покров брекчий в присводовой части структуры пересечен глубокими скважинами 11, 13, 23 и 26. На крыльях и периклиналях складки, в разрезах скважин 13 (в опущенном крыле взброса), 22, 24 и 25, брекчии замещаются терригенно-карбонатно-сульфатными породами низов кунгурского яруса.

Детальное изучение брекчий, вскрытых скважиной 26 в интервале 1795—1467 *м*, позволило выявить следующие особенности их строения (рис. 2). Брекчия подстилается 4-метровым слоем серого глинистого крепкого кавернозного известняка, пересеченного многочисленными кальцитовыми прожилками, относящимися, по-видимому, к основанию кунгурского яруса. Ниже залегают артинские породы, представленные серыми и темно-серыми песчаниками, аргиллитами и алевролитами с прослоями известняков и редко ангидритов. Их вскрытая мощность 61 *м*.

Толща брекчий расчленяется на шесть пачек мощностью от 29 до 84 *м*. В низах каждой пачки псефитовая часть брекчии сложена перечисленными выше породами (ископаемая сопочная брекчия первого типа), а в верхах — в основном аргиллитами, реже алевролитами и еще реже гипсами (ископаемая сопочная брекчия второго типа). Верхняя VI пачка венчается тремя слоями брекчии, представленной глинистой породой, включающей обломки, вероятно, сгустковые выделения только ангидритов (ископаемая сопочная грязь).

Кроме брекчий в строении верхних частей пачек принимают участие и нормально слоистые породы, причем количество их слоев увеличивается снизу вверх по разрезу. В I и II пачках они не зафиксированы, в III пачке присутствуют, но в резко подчиненном количестве, в IV и V пачках развиты примерно одинаково с брекчиями, а в VI пачке преобладают.

Нормально слоистые породы представлены серыми и темно-серыми ангидритами, аргиллитами, реже известняками, песчаниками и алевролитами. В них иногда удается зафиксировать признаки подводного сползания осадков. Они выражаются в микрогофрировке слоев, перемятости пород и резких изменениях угла наклона слоев, не согласующихся с общим падением пород.

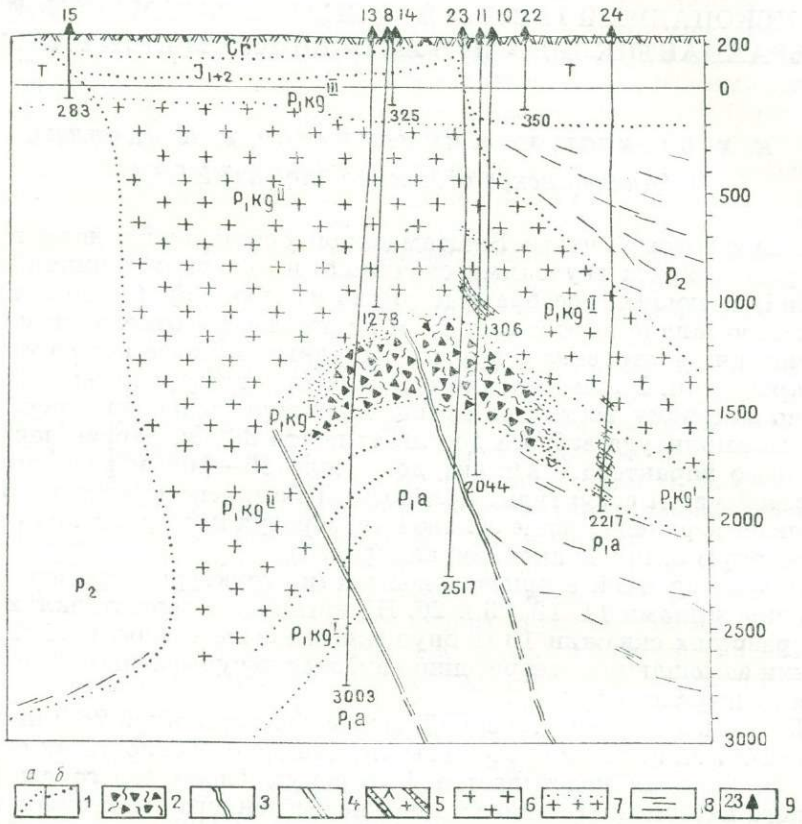



Рис. 1. **Геолого-геофизический разрез через Биштамакскую брахиантиклиналь по линии сейсмического профиля II.** *Составил К. Х. Бакиров с использованием материалов треста «Актюбнефтеразведка», АКГЭ треста «Казахстаннефтегеофизика», ВНИГНИ и АОИГ и Г. 1* — геологические границы: *а* — достоверные, *б* — предполагаемые; *2* — глинисто-щебневая сульфатизированная брекчия ископаемого грязевого вулкана; *3* — разлом, служивший эруптивным аппаратом грязевого вулкана; *4* — разлом, возникший после прекращения деятельности грязевого вулкана; *5* — слои сульфатных, соленосных и терригенных пород в кунгурском ярусе; *6* — преимущественно соленосные отложения средней части кунгурского яруса; *7* — кровля соленосной толщи; *8* — отражающие площадки; *9* — буровые скважины.

Анализ и обобщение имеющихся материалов макроскопического описания керна с учетом данных изучения петрографических шлифов позволяют нам выделить две стадии сульфатизации брекчии: сингенетическую и вторичную.

Интенсивной сингенетической сульфатизации подверглась вся цементирующая масса, что выражается в наличии мелких иголочек ангидрита, часто равномерно пронизывающих глинисто-известковую

массу, и многочисленных мелких сгустковых выделений этого минерала.

В обломочной части брекчий признаки сингенетической сульфатизации пород в большинстве случаев отсутствуют, но наблюдаются признаки их формирования в водном бассейне нормальной солености. Они устанавливаются по чисто карбонатному, глинистому или мергельному составу обломков, по карбонатному составу цемента песчаников, по наличию трещин, заполненных кальцитом, и по сингенетическим выделениям кремнистых минералов. В отдельных обломках известняков одновременно встречаются крупные призматические зерна целестина, а также ангидрита, довольно равномерно рассеянного в основной массе породы. Иногда тонкокристаллические известняки и некоторые другие обломки замещаются мелко- и среднекристаллическим ангидритом. В отдельных обломках песчаника присутствует сульфатный цемент базального типа.

Вторичная сульфатизация брекчий устанавливается по макро- и микротрещинам, заполненным гипсом (иногда волокнистым) и ангидритом, пересекающим цементирующую массу и обломочную часть породы в разных направлениях. Они распределены по разрезу неравномерно, местами густо рассекают породу, в ряде интервалов отсутствуют.

Брекчии несут в себе прямые признаки нефтеносности.

Особенности состава и строения брекчий позволяют нам назвать их глинисто-щебневыми сульфатизированными брекчиями. Фаунистических остатков в них не обнаружено, и принадлежность к нижней части кунгурского яруса определяется по положению во вскрытом разрезе.

Таким образом, биштамакские брекчии представляют собой сложные образования. Смешение в них осадков, различных по литологическому составу и

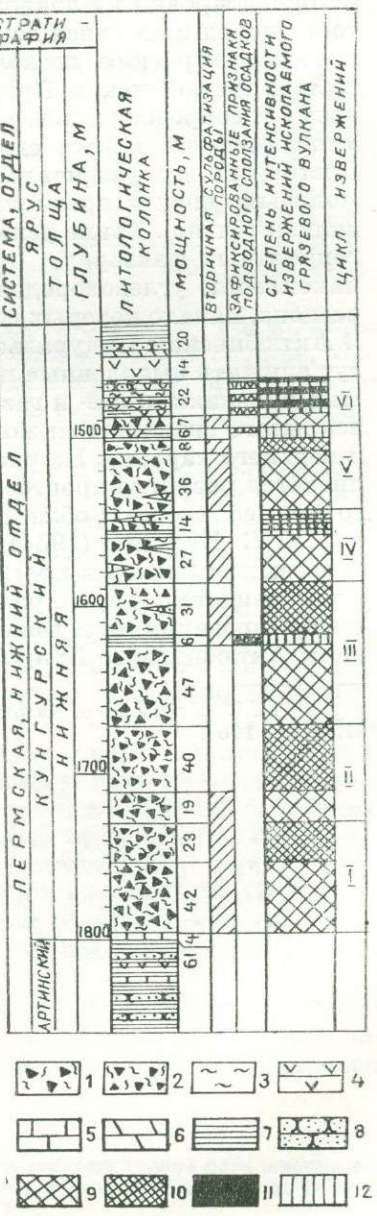



Рис. 2. **Ископаемые сопочные брекчии в разрезе Биштамакской скважины 26 и стадии извержения ископаемого грязевого вулкана.** *Составили К. Х. Бакиров, М. А. Чимбулатов и А. В. Яковлев с использованием материалов треста «Актюбнефтеразведка», АОИГ и Г и личных исследований. 1* — ископаемая сопочная брекчия первого типа; *2* — ископаемая сопочная брекчия второго типа; *3* — ископаемая сопочная грязь; *4* — ангидрит; *5* — известняк; *6* — мергель; *7* — аргиллит; *8* — песчаник; *9* — стадии наиболее интенсивных извержений; *10* — стадии относительно слабых извержений; *11* — стадии затухания грязевого вулканизма; *12* — стадии временного прекращения извержений.

фациальным типам, а также беспорядочная текстура породы с характерным обволакиванием обломков цементом указывают на принадлежность их к истинным брекчиям.

Отсутствие механической сортировки обломочной части брекчий, преимущественно глинистый состав их цемента, приуроченность к локальной положительной структуре, линзообразный характер залегания, наличие в толще брекчий прослоев нормально слоистых пород с признаками подводного сползания осадков — все это присуще сопочным брекчиям грязевых вулканов нефтеносных областей.

Исследования, проведенные в последние годы и сопровождавшиеся изучением закономерностей изменения мощностей и литолого-фациального состава верхнепалеозойских отложений, поверхностных текстур, их ориентировки на локальных структурах, тектонической трещиноватости пород и их связи со складчатостью и других особенностей геологического строения, позволили установить, что палеозойская складчатость в Актюбинском Приуралье развивалась очень продолжительное время и сопровождалась многократным чередованием этапов конседиментационного и постседиментационного роста локальных структур. Достоверно это устанавливается для верхнекаменноугольной и более молодых эпох и предполагается для древних (до позднедевонских включительно). Такие условия развития складчатости при других благоприятных факторах, как известно, способствуют образованию и накоплению углеводородов в залежи в течение многих этапов истории региона, начало которых совпадает с началом развития самих складок. В Актюбинском Приуралье свидетельством формирования залежей могут служить выявленные при бурении на ряде структур обильные прямые признаки нефте- и газоносности пород в очень многих интервалах вскрытого скважинами мощного комплекса отложений нижней перми и верхнего карбона. На рассматриваемой территории впервые устанавливается развитие процессов древнего грязевого вулканизма, типичного для нефтеносных областей. Полученные данные подтверждают прогноз М. К. Калинко (1964) * о возможности обнаружения ископаемых грязевых вулканов в прогибах древнее альпийского орогенеза. Вместе с тем, свидетельствуя о ранее протекавшем образовании углеводородов и формировании их залежей, они указывают на значительные перспективы Актюбинского Приуралья в нефтегазоносном отношении.

---

* М. К. Калинко. Основные распределения нефти и газа в земной коре. М., «Недра», 1964.

УДК 551.247(574.11)

# ТЕКТОНИКА ПОДСОЛЕВОГО ПАЛЕОЗОЯ И ЕГО СТРУКТУРНЫЕ СООТНОШЕНИЯ С СОЛЯНЫМИ МАССАМИ И НАДСОЛЕВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*А. Г. ЗЛИЗИНА*

*(Алма-Ата, Казахский политехнический институт)*

Для выяснения структуры подсолевого палеозоя и его структурных соотношений с соляными массами и надсолевыми отложениями в северо-западной части Прикаспийской впадины составлены структурная схема по поверхности подсолевого палеозоя, схемы тектонического строения и геоструктурного расчленения по поверхности подсолевого палеозоя, структурная схема по поверхности соли, схема распространения мощностей соли, структурные схемы по отражающим горизонтам К, V, III, I и схема тектонического строения верхнетриасово-палеогенового комплекса надсолевых отложений *.

Анализ структурных схем показал, что тектоника подсолевого палеозоя на северо-западе Прикаспийской впадины более сложна, чем это предполагалось ранее. Так, бортовая часть представляет собой не просто построенный моноклинный склон и не серию параллельно расположенных уступов, разделенных разломами.

Согласно полученным данным, бортовая часть простирается юго-восточнее и южнее основного прибортового разлома в виде довольно широкой полосы, расширяющейся на юго-запад до 130 *км*. В ней отчетливо выделяются три различно построенные зоны: приразломная гомоклиналь, зоны бортовых уступов и прибортовых поднятий.

Приразломная гомоклиналь, расположенная южнее и юго-восточнее основного прибортового разлома и расширяющаяся к юго-западу до 40 *км*, характеризуется пологим залеганием под углом в 3—4° подсолевого палеозоя, глубины до которого колеблются от 2500 до 5000 *м*.

Находящаяся южнее зона бортовых уступов состоит из четырех почти параллельных уступов, погружающихся в виде ступеней к центральной части впадины. Ступенчатый характер строения нарушается лишь близ долин рек Б. и М. Узень. Здесь, к северо-востоку от г. Новоузенска, обособляется крупное горстообразно приподнятое Новоузенское поднятие с Орловской и Диковской вершинами. С востока оно ограничивается субмеридиональным сбросом с амплитудой 1000 *м*, на юго-западе отделяется двумя параллельными сбросами, простирающимися вдоль долин рек Б. и М. Узень и образующими в междуречье тектоническую ступень.

На Новоузенском поднятии отмечается самое высокое по сравнению с западной и восточной частями борта залегание подсолевого палеозоя, характеризующееся отметкой — 5500 *м* в районе Орловской вершины.

---

* А. Г. Злизина. Тектоническое строение и геоструктурное расчленение северо-запада Прикаспийской впадины по поверхности подсолевого палеозоя. В кн.: «Геология и разведка недр», вып. 2. Алма-Ата, 1971.

Тектоника бортовых уступов к юго-западу и востоку от Новоузенского поднятия весьма сложна. Уступы отделяются друг от друга разломами, простирающимися в общем параллельно основному прибортовому разлому. Амплитуды разломов, разделяющих уступы, различны и изменчивы по простиранию. Минимальная амплитуда составляет 250 *м*, а максимальная достигает местами 1500—2000 *м*. Ширина уступов также неодинакова и колеблется от 5 до 45 *км*. Следует подчеркнуть, что поверхность подсолевого палеозоя зоны бортовых уступов на юго-западе лежит выше, чем на востоке. Так, к юго-западу от Новоузенского поднятия она залегает на глубинах от 5300 до 7500 *м*, а к востоку — от 6000 до 9500 *м*.

Зона прибортовых поднятий расположена к югу и юго-востоку от самого южного разлома, отделяющего зону бортовых уступов. Она включает сводовые поднятия и структурные выступы, отходящие от самого южного уступа. На сводовых поднятиях и структурных выступах поверхность подсолевого палеозоя фиксируется на отметках —7250—7800 *м*.

На тектонической схеме положительные и отрицательные структуры, выделенные в бортовой части, объединены в параллельно расположенные и вытянутые вдоль прибортового разлома зоны поднятий и прогибов. Здесь выделяются Дубинско-Полтавская, Эльтонско-Новоузенская и Карабугутско-Чижинская зоны поднятий, разделенные Палласовско-Питерской и Алгай-Карташовско-Панинской зонами прогибов.

Центральная часть северо-запада Прикаспийской впадины также характеризуется сложным строением. Поверхность подсолевого палеозоя находится на глубинах 7750—10 900 *м*. Здесь отчетливо обособляются две различно построенные зоны: зона прибортовых прогибов и зона центральных поднятий и прогибов.

Первая зона отделяет прибортовые поднятия от центральных. Отметки подсолевого палеозоя колеблются от—8000 до—9250 *м*. В нее входит ряд прогибов, которые наиболее резко ограничиваются в юго-западной части зоны.

Зона центральных поднятий и прогибов сложно построена. Здесь, на фоне значительного погружения поверхности подсолевого палеозоя, отмечено большое количество положительных и отрицательных структур различного характера: сводовые и горстообразно приподнятые блоковые поднятия, крупные прогибы и мульды, глубоко погруженные грабены. Подсолевой палеозой залегает на глубинах 6800—10 900 *м*.

Наиболее приподняты Уразбайтюбе-Бугутское, Таласкудукское и Акмай-Ушкультасское поднятия, на которых подсолевые породы залегают на глубинах от 6800 до 7700 *м*. Самым глубоким (до 10 900 *м*) по подсолевому палеозою является Аралсорский грабен.

Положительные формы подсолевого палеозоя объединены на тектонической схеме в крупные зоны поднятий северо-западного простирания: Уразбайтюбе-Тополинскую, Таловско-Фурмановскую и Жетыбай-Эршансорскую. Северо-восточной ориентировкой характеризуются Аралсорский и Акмай-Ушкультасский горсты, а также Горбачевско-Челкарская зона поднятий.

Отрицательные структурные формы подсолевого палеозоя объединены в крупные зоны прогибов, которые имеют в основном северо-западное и частично северо-восточное направление. Среди них выделены Истоминско-Миннибаевско-Кругловско-Калдыгайская и Казталовско-Айсамечетско-Алтыбаевская зоны прогибов, Камышсамарский, Аралсорский и Челкарский прогибы.

Расположенная на востоке Уразбайтюбе-Тополинская зона поднятий — наиболее крупная и сложнопостроенная. Она очерчивается изогипсой —9200 *м*. Наиболее приподнятую часть ее образует Уразбайтюбе-Бугутское поднятие, находящееся в нижнем течении р. Кушум и представляющее горстообразно приподнятый тектонический блок, простирающийся в северо-западном направлении на 70 *км*.

Одной из крупных положительных структур центральной части северо-запада Прикаспийской впадины является Аралсорский горст, расположенный на западе. Это приподнятый тектонический блок подсолевого палеозоя неправильной формы. На западе горста обосабливается Таласкудукское поднятие с залеганием подсолевых отложений на глубине 7700 *м*.

Между Аралсорским горстом и Жетыбай-Эршансорской зоной поднятий находится Аралсорская впадина, западную часть которой занимает глубочайший Аралсорский грабен шириной 18—20 *км* и длиной до 90 *км*. К центральной части грабена приурочено озеро Аралсор.

Из приведенных данных видно, что на северо-западе Прикаспийской впадины, в отдельных геоструктурных зонах борта и центральной части, выделяются структуры второго и третьего порядков. К структурам второго порядка нами отнесены приразломная гомоклиналь, зоны поднятий и прогибов. К структурам третьего порядка по поверхности подсолевого палеозоя относятся осложняющие их своды, горсты, выступы, грабены и мульды.

Сопоставляя тектоническую схему подсолевого палеозоя со схемой распространения региональных и локальных аномалий силы тяжести, составленной для северо-запада Прикаспийской впадины Д. В. Цветковым в 1962 г., можно отметить, что бортовая часть на гравитационной карте выделяется региональным минимумом силы тяжести, простирающимся широкой полосой вдоль прибортового разлома, а центральная часть характеризуется в основном развитием региональных максимумов и в меньшей степени — региональных минимумов силы тяжести.

Площади преимущественного развития локальных максимумов силы тяжести в бортовой части приурочены к зонам поднятий подсолевого палеозоя, что особенно хорошо видно на примере Дубинско-Полтавской зоны поднятий. Площади же преобладающего развития локальных минимумов силы тяжести совпадают с зонами подсолевых депрессий. В центральной части впадины эти закономерности в распространении локальных аномалий силы тяжести проявляются более резко. Интересно то, что обычно площади отдельных локальных максимумов силы тяжести в бортовой и центральной частях соответствуют наиболее приподнятым участкам зон подсолевых поднятий.

Для выяснения характера соотношений мощностей и структуры поверхности соляных масс со структурой подсолевого палеозоя нами использованы построенные в 1968 г. Д. В. Цветковым схематическая карта мощностей соли и структурная схема поверхности соленосного кунгура (рис. 1). Из их сопоставления видно, что соляные массы на северо-западе Прикаспийской впадины располагаются в четком соответствии со структурой подстилающего соль палеозоя.

Для определения региональной тектоники надсолевых толщ и взаимосвязи их структуры со структурой соли и подсолевого палеозоя нами составлены структурные схемы по отражающим горизонтам К, V, I, которые затем сведены в общую схему тектонического строения верхнетриасово-палеогенового комплекса (рис. 2).

Горизонт К соответствует структурному положению поверхности размыва между нижним и верхним триасом и отображает структуру

подошвы верхнего триаса. Горизонты V, III и I соответственно дают структуру подошвы юрских отложений, неокома и палеогена.

Из-за целого ряда региональных размывов в верхнетриасово-палеогеновой толще, к которым следует присовокупить крупные размывы на границе верхней перми и триаса, нижнего и верхнего триаса, проследить унаследованность структурных планов по всем отмеченным горизонтам и выяснить их структурные соотношения со структурой соленосного кунгура и подсолевого палеозоя очень трудно.

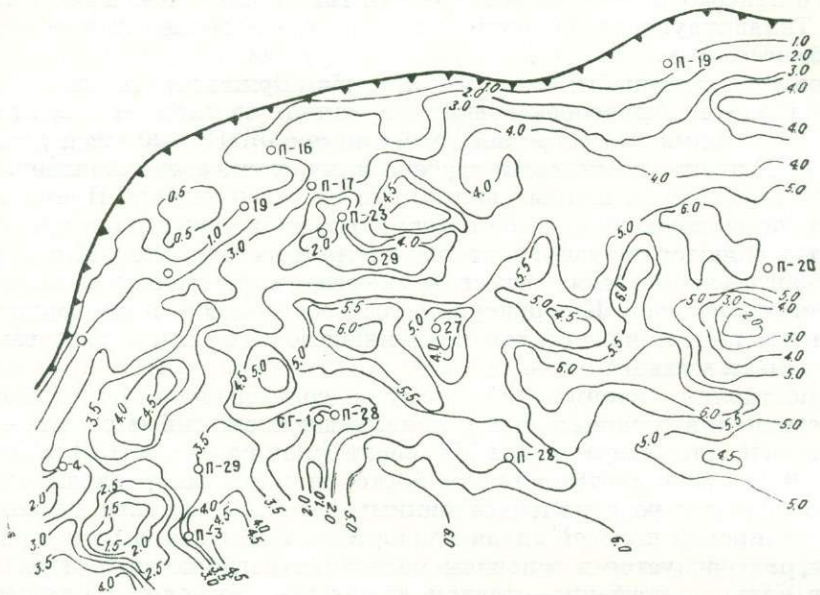



Рис. 1. **Схема распространения мощности соли в северо-западной части Прикаспийской впадины.** *Составил Д. В. Цветков,* 1968 г.

Крупные структурные элементы заметно изменяли свои размеры и очертания в процессе развития от верхней перми до палеогена включительно в зависимости от амплитуды и характера размывов. Несмотря на это, при сопоставлении структурной схемы по горизонту К со структурой поверхности соленосного кунгура видно, что в большинстве случаев в зонах развития крупных впадин по поверхности соли отмечаются поднятия по подошве верхнего триаса. Более отчетливо такая закономерность проявляется при сопоставлении структурной схемы по горизонту К со схемой распределения мощностей соли. Там, где наблюдается уменьшение мощностей соли, горизонт К занимает структурно приподнятое положение, а там, где мощность соли увеличивается, он залегает ниже.

Весьма интересные закономерности выявляются при сопоставлении структурной схемы по горизонту К со структурной картой подсолевого палеозоя. Здесь отчетливо устанавливается прямая унаследованность структуры по подошве верхнего триаса от структуры поверхности подсолевого палеозоя. При этом отмечаются некоторые смещения сводов, изменения их простираний, что объясняется, по-видимому, длительными и глубокими размывами в конце верхней перми и нижнего триаса.

При сопоставлении структурных схем по V отражающему горизонту, по III и I горизонтам со структурной схемой по горизонту К устанавливается совпадение областей поднятий и прогибов по подошве юры, подошве неокома и подошве палеогена со структурой подошвы верхнего триаса. Структура верхнетриасово-палеогенового надсолевого комплекса имеет прямую унаследованность от структуры поверхности подсолевого палеозоя. Необходимо отметить при этом, что по III отражаю-

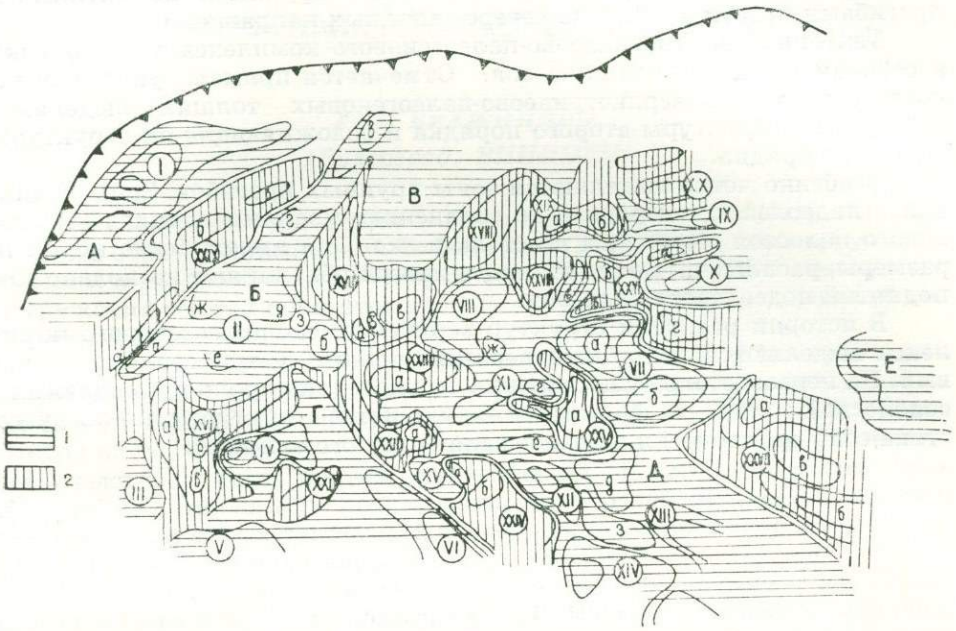



Рис. 2. Схема **тектонического строения верхнетриасово-палеогенового комплекса отложений северо-западной части Прикаспийской впадины.** *Составила А. Г. Злизина,* 1968 г.

*1* — зоны поднятий: *А* — Дубинско-Полтавская (I — Полтавское поднятие); *Б* — Эльтонско-Новоузенская (II — Новоузенско-Джаныбекское поднятие: *а* — Джаныбекское, *б* — Метсайское, *в* — Орловское, *г* — Диковский выступ, *д* — Билский выступ, *е* — Акобинский выступ, *ж* — Ащеузекский выступ, *з* — Саулинская мульда; III — Эльтонское поднятие); *В* — зона поднятий и впадин северного борта; *Г* — Аралсор-Эршансорская зона (IV — Таласкудукское поднятие, V — Урдинское поднятие, VI — Эршансорское поднятие); *Д* — Горбачевско-Таловско-Акмай-Уразбайтюбе-Альдабергенская зона (VII — Уразбайтюбе-Бугутское поднятие: *а* — Бекбайская вершина, *б* — Шакейская вершина; VIII — Таловское поднятие, IX — Горбачевское поднятие; X — Челкарское поднятие, XI — Фурмановское поднятие, XII — Альдабергенское поднятие, XIV — Коктауское поднятие, XV — Акмайское поднятие: *в* — Именькудукская вершина, *г* — Алышакская вершина, *д* — Тесжарская вершина, *е* — Айсамечетская мульда, *ж* — Акмамыкская мульда, *з* — Джабагинская мульда); *Е* — Карабекская зона.

*2* — зоны впадин: XVI — Наримановская (*а* — Енбекшинская мульда, *б* — Акобавосточненская мульда, *в* — Тайгоринская мульда); XVII — Камышинская (*а* — Фоминоюжненская мульда, *б* — Фоминское поднятие, *в* — Сайкудукская мульда); XVIII — Евлашкинская; XIX — Азовская (*а* — Кожагачская мульда, *б* — Серовская мульда); XX — Ащисайская; XXI — Аралсорская; XXII — Жаныксорская (*а* — Караушкульская мульда); XXIII — Казталовская (*а* — Казталовская мульда); XXIV — Камышсамарская (*а* — Новоказанская мульда, *б* — Джангалинская мульда); XXV — Алтыбаевская (*а* — Бугутская мульда); XXVI — Истоминско-Миннибаевская (*б* — Юлаевская мульда, *в* — Константиновская мульда, *г* — Мергеневская мульда); XXVII — Кругловско-Калдыгайская (*а* — Кругловская мульда, *б* — Сатимолинский прогиб, *в* — Каракунакское поднятие); XXVIII — Балыктинская; XXIX — Палласовско-Питерская (*а* — Романятский грабен, *б* — Петропавловская мульда, *в* — Питерская мульда).

щему горизонту она более отчетлива, чем по V и К горизонтам. По-видимому, на формирование региональной структуры меловых отложений почти не влияли соляные массы.

На схеме тектонического строения верхнетриасово-палеогенового комплекса с хорошо выраженной зоной прибортовых прогибов северо-запад Прикаспия расчленяется на бортовую часть, характеризующуюся северо-восточными простираниями крупных структур, и на центральную, представленную многочисленными крупными поднятиями и прогибами преимущественно северо-западных направлений.

Тектоника верхнетриасово-палеогенового комплекса очень близка к строению подсолевого палеозоя. Отмечается прямая унаследованность структур. В верхнетриасово-палеогеновых толщах выделяются крупные структуры второго порядка и осложняющие их структуры третьего порядка.

Особенно четко выделяются зоны крупных прогибов. Зоны поднятий в надсолевом комплексе по сравнению с зонами поднятий подсолевого палеозоя выражены не столь резко. Они имеют более крупные размеры, расплывчатые очертания и иногда объединяют несколько зон поднятий подсолевого палеозоя.

В истории развития структур верхнепермско-палеогенового комплекса выделяются два этапа: верхнепермский и триасово-палеогеновый. На первом этапе существенная созидательная роль принадлежала соленосной толще. На формирование крупных структур более позднего этапа соль практически не оказывала большого влияния.

УДК 551.247

# ИНВЕРСИОННЫЕ СОЛЯНЫЕ СТРУКТУРЫ

*Г. А. БРАЖНИКОВ,*
*(Волгоград, ВНИИНГП)*

На возвратные движения в геосинклинальных областях Кавказа впервые обратил внимание В. В. Белоусов (1940, 1948), отметив их проявления и на платформе. Возвратные движения после длительного погружения земной коры этот ученый сформулировал как закон общей и частной инверсии.

Однако со стороны представителей школы Н. С. Шатского закон общей и частной инверсии подвергся резкой критике. Замечания по этому поводу наиболее полно изложены в статье А. В. Пейве (1941). Несмотря на то, что сам Н. С. Шатский не отрицал инверсионные процессы и выступал лишь против утверждения В. В. Белоусовым этих явлений как закона в геологии, дальнейшее развитие идеи об общих и частных возвратных движениях в крупных первоначально отрицательных структурах земной коры затормозилось.

Изучив положительные локальные структурные формы с позиций нефтегазоносности, Л. Н. Розанов (1957, 1965) на примере районов Башкирской АССР показал широкое развитие инверсионных процессов на платформе. Он отмечал, что главной и важнейшей особенностью положительных локальных поднятий является угасание их амплитуды с глубиной. Вскоре аналогичная картина развития угасающих с глубиной положительных структур была освещена в работе Е. А. Граблина и Е. А. Масленникова (1957) для нефтегазоносных районов Волгоградской области. Установление фактов затухания амплитуды локальных поднятий как в Башкирской АССР, так и особенно в Волгоградской области имело важное значение для выбора рационального направления поисковых работ на нефть и газ. О строении инверсионных локальных поднятий в этих районах дают представление схемы на рисунке 1.

Долгое время отрицалось инверсионное происхождение локальных поднятий в Саратовской области. Но нами установлено, что цепочка Елшанско-Сергиевских локальных поднятий представляет собой типичные структуры, угасающие с глубиной. Имеются примеры и других локальных поднятий системы Саратовских дислокаций, указывающие на образование их вследствие частных возвратных движений земной коры. Получены материалы о положительных структурах, угасающих с глубиной, в средней части Пачелмского прогиба (что видно на рисунке 1, *д*). В связи с этим есть основание утверждать инверсионное происхождение локальных поднятий по Никель-Черкасским дислокациям. Таким образом, можно говорить, что частные инверсионные процессы проявились как в виде образований локальных поднятий, так и в виде элементарных валов типа Арчединско-Саушинского, Бузиновско-Верховского, Жирновско-Линевского, Ртищевско-Баландинского, Керенско-

Чембарской системы дислокаций, Окско-Цнинского, Сурско-Мокшинского, Кинель-Черкасского, Елшанско-Сергиевского валов и дислокаций в Саратовском и Куйбышевском Заволжье, Серафимовическо-Балтаевского, Вятского, Елубажско-Ижевского и других валов Волго-Уральской провинции.

Возникает вопрос: если Прикаспийскую впадину, вдающуюся внутренним углом между Воронежской и Волго-Уральской антеклизами, окружают районы, где проявлялась частная инверсия, то не отмечалась ли она и в юго-восточных частях Русской платформы, представляющих обширный регион соляной тектоники?

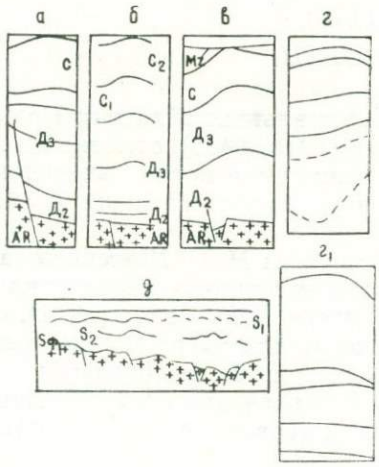



Рис. 1. **Схематические профили через локальные поднятия, расположенные вне пределов соленосных образований.** *а* — Верховское, *б* — Меловатское, *в* — Жирновское в зоне Доно-Медведицких дислокаций; *г*, $г_1$ — Бавлинское (Туймазинский вал), Байтуганское (Сокско-Шешминский вал, по Л. Н. Розанову, 1957); *д* — поднятия в зоне Пачелмского прогиба по линии профиля Балашов — Пенза. Горизонты: $S_1$ — в каменноугольных, $S_2$ — в девонских, $S_ф$ — в кровле докембрийских образований.

Решение этого вопроса и вообще задачи о происхождении положительных складок на платформе может быть осуществлено весьма эффективно, если осадочный чехол будет расчленен на однозначные в различных участках изучаемого района комплексы, если будет проведен анализ мощностей и особенно установлены зоны резких градиентов мощностей (Граблин, Масленников, 1957; Бражников и др., 1962). Кроме того, необходимо иметь достаточное количество точек наблюдения на отдельных поднятиях, где скважинами полностью пересечен интересующий нас разрез осадочных пород. С этой точки зрения, соленосная толща Прикаспийской впадины изучена весьма слабо. Однако периферийные зоны упомянутого соленосного бассейна исследованы довольно детально (например, Приволжская моноклиналь). До последнего времени считалось, что соленосные отложения, вскрытые на Приволжской моноклинали и имеющие мощность от нескольких десятков до 1500 *м*, не могут быть расчленены на отдельные пласты. Такое представление было связано, во-первых, с весьма нечеткой записью разреза на стандартном каротаже, во-вторых, с предположением о текучести соли и, следовательно, о «турбулентной» картине условий ее залегания (Габриэлян, 1966). Но в последние годы в тресте «Волгограднефтегеофизика» (Виноградова, 1969), в ГРК треста «Волгограднефтеразведка» (Ермаков и др., 1968), во ВНИИНГП соленосная толща была расчленена на отдельные пачки. При прослеживании пачек установлены зоны резких градиентов их мощности (Бражников и др., 1970). Все это позволило доказать, что на Приволжской моноклинали соляные положительные складки не связаны с гравитационными силами и выдавливанием соли на отдельных участках. Анализ изменения мощности отдельных

пачек соленосной толщи и установление резких градиентов мощности, связанных как с седиментацией в кунгурское время, так и с денудацией в предказанское время, показали, что соляные положительные складки на Приволжской моноклинали угасают с глубиной. Это видно на геологических и палеотектонических профилях (рис. 2, *а*, *б*, $а_1$, $б_1$) и подтверждается сейсмическими профилями (рис. 2, *в*, *г*). На последних показаны отражающие горизонты: по кровле казанских — I, по подсолевым отложениям — III.

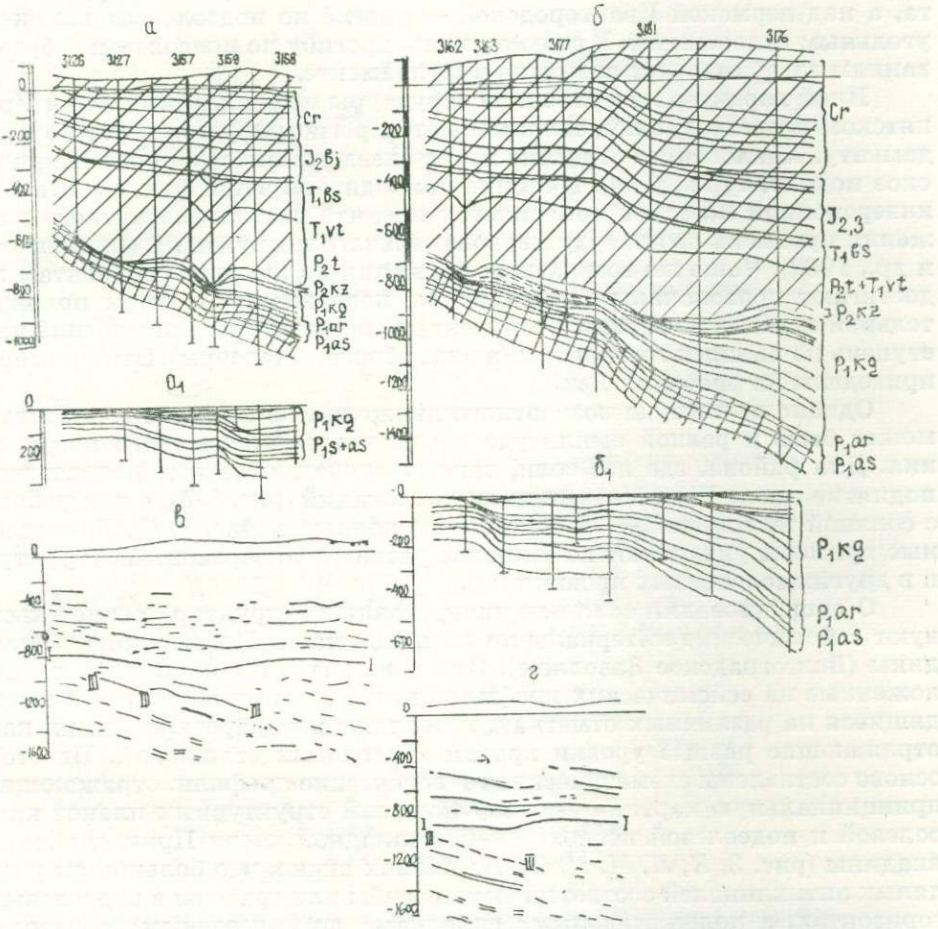



Рис. 2. **Профили через отдельные участки Приволжской моноклинали.** *а*, *б* — геологические; $а_1$, $б_1$ — палеотектонические; *в*, *г* — сейсмические.

Таким образом, в преддверии собственно Прикаспийской впадины, чем является Приволжская моноклиналь, образование соляных антиклиналей можно объяснить только инверсионными процессами.

Поскольку в западных районах Прикаспийской впадины нет детально изученных с помощью бурения соляных тел, было решено проанализировать подобные структурные формы в других обширных отрицательных структурах, где по соли и подсолевым отложениям получены исчерпывающие данные.

В Днепровско-Донецкой впадине типичными примерами инверсионных структур являются Прилукское, Алексеевское, Ивангородское

поднятия (рис. 3). Несколько иную форму имеет Волостновское поднятие в Башкирском Приуралье. Классическим примером инверсионной положительной соляной структуры служит поднятие Тобиас в Анголе.

Характерны примеры инверсионных соляных складок в Западном (поднятие Лали) и Юго-Западном (Масайид-и-Сулейман) Иране. Весьма сложная и любопытная картина образования инверсионных структур установлена в Днепровско-Донецкой впадине на профиле Бурмское — Ивангородское—Великозагорское, где под девонскими соляными положительными складками находятся погруженные участки фундамента, а над пермской Ивангородской — прогиб по подсолевым каменноугольным отложениям. В свою очередь, прогибу по подсолевым образованиям здесь отвечает поднятие в фундаменте.

Иной характер инверсионной структуры носит Ельский вал в Припятском прогибе, где под соляным валом регистрируется горст по фундаменту. Аналогичное строение имеет заведомо инверсионное Жирновское поднятие (рис. 1, *в*). Наличие приподнятой зоны фундамента под инверсионной складкой объясняется тем, что размах возвратного движения превысил амплитуду первоначального погружения (Бражников и др., 1962). Чаще же возвратные движения по нижним горизонтам не достигают первоначальной амплитуды погружения, и тогда положительной складке по верхним горизонтам соответствует погружение или ступень по нижним горизонтам (в виде сброса, флексуры). Эти примеры приведены на рисунках 1 и 3.

Однако амплитуда возвратного движения по нижним горизонтам может быть и равной амплитуде первоначального частного погружения. Для района, где нет соли, такому случаю отвечает Меловатское поднятие в зоне Доно-Медведицких дислокаций (рис. 1, *б*), а для района с соляной тектоникой — Волостновское поднятие (рис. 3, *Г*). Приведенные примеры указывают на широкое развитие инверсионных структур и в других соленосных провинциях.

О существовании соляных инверсионных структур свидетельствуют сейсмические материалы по западной части Прикаспийской впадины (Волгоградское Заволжье). Отдельные группы площадок, расположенные на сейсмических профилях ниже соленосной толщи и находящиеся на различных отметках, позволяют интерпретировать их как отражающие разные уровни кровли подсолевых отложений. На этой основе составлены схематические геологические профили, отражающие принципиальную картину взаимоотношений структурных планов надсолевой и подсолевой поверхностей в западной части Прикаспийской впадины (рис. 3, *К, Л, М, Н, О*). На схемах видно, что большинству соляных антиклиналей соответствуют прогибы или грабены в подсолевых горизонтах, а положительным складкам по подсолевым образованиям — прогибы или мульды по кровле соли *.

Однако в западной части Прикаспийской впадины наблюдаются и такие случаи, когда имеющиеся данные позволяют говорить о том, что некоторым соляным поднятиям соответствуют приподнятые участки в подсолевых отложениях. Примером может служить участок на профиле XI (рис. 3, *К*).

Из сказанного следует, что частная инверсия широко развита на платформе; она приурочена к довольно обширным прогибам или палеопрогибам и особенно резко должна проявляться в районах так называемой «соляной тектоники».

---

* Структурные соотношения подсолевых отложений и соленосной толщи бурением не изучены. — *Ред.*

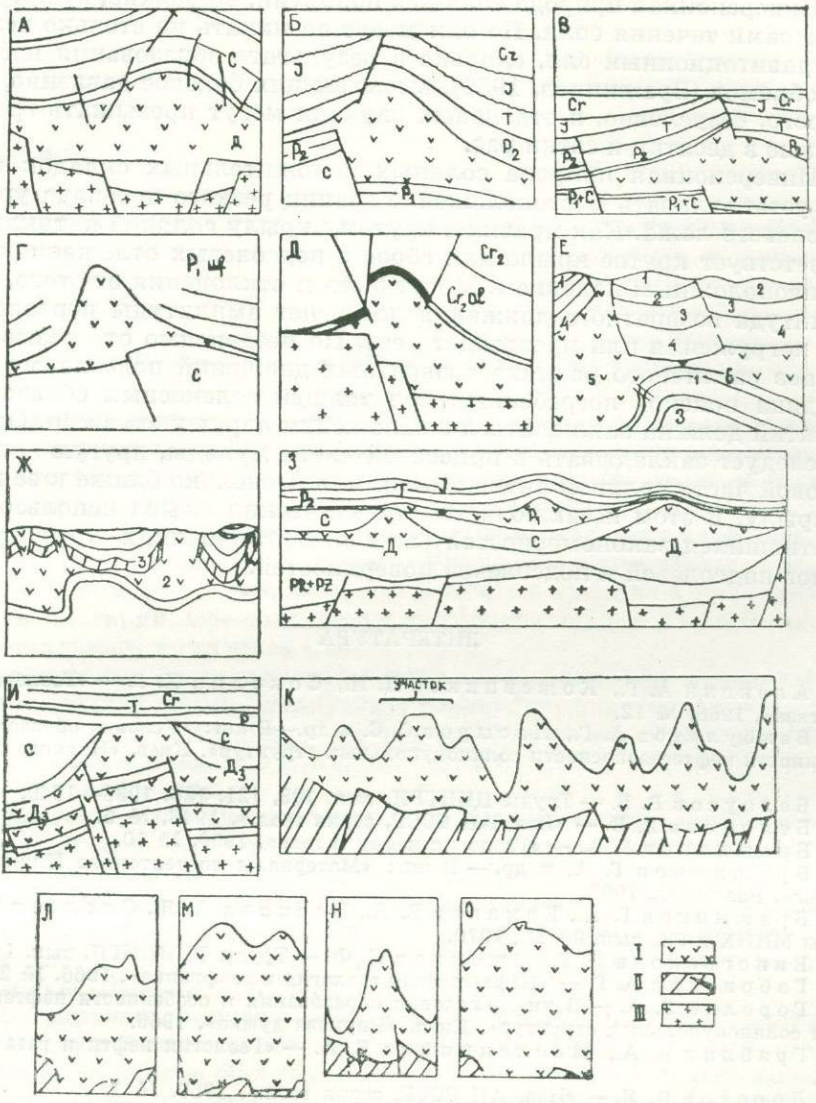



**Рис. 3. Геологические профили, показывающие инверсионный характер локальных поднятий.** *А* — Прилукское (профиль составлен Ю. Д. Спиваком, О. З. Кононенко из работы В. И. Китыка, 1963); *Б* — Алексеевское, по В. И. Китыку и В. И. Куцеба (1966); *В* — Ивангородское, по В. И. Китыку и И. В. Куцеба (1966); *Г* — Волостновское, Башкирское Предуралье, по А. Г. Бекбулатову, С. С. Насырову, Ю. А. Орлову, Ф. И. Хатьянову (1966); *Д* — Тобиас в Западной Африке, по П. Гуртц (1964) из работы А. Г. Алексина, И. И. Кожевникова, Е. Г. Соколина (1968); *Е, Ж* — Лали и Масайид-и-Сулейман в Иране (разрезы заимствованы из работы В. И. Китыка, 1963); *З* — Бурмское, Ивангородское, Великозагорское (слева направо по профилю из работы В. А. Авакумова и др. 1966); *И* — Ельский, вал по материалам З. А. Горелика (1966).

Схематические геологические профили, составленные на основе сейсмических профилей, проложенных в западной части Прикаспийской впадины: *К* — по сейсмическому профилю XI; *Л* — по сейсмическому профилю XV; *М* — по сейсмическому профилю XVIIБ; *Н* — по сейсмическому профилю XV; *О* — по сейсмическому профилю XX. I — соленосные, II — подсолевые, III — докембрийские образования.

Инверсионная природа соляных поднятий, возможно, вуалируется процессами течения соли. Но они могут возникать не столько вследствие гравитационных сил, сколько в результате образования избыточных объемов (Бражников, 1959), вызывающих боковое давление, силы которого, безусловно, в отдельных случаях могут превышать гравитационные в десятки и сотни раз.

Инверсионная природа соляных положительных складок позволяет устанавливать местоположение границ резкого перепада уровней подсолевого ложа. Как правило, крутому крылу соляной антиклинали соответствует крутое крыло или сброс в подсолевых отложениях, но с противоположным падением. Могут быть и отклонения от этого, когда амплитуда возвратного движения достигнет амплитуды первоначального погружения или превзойдет его. Но независимо от возможных случаев различного размаха возвратных движений подсолевого ложа методика поисков погребенных под толщей соленосных образований поднятий должна заключаться в заложении парных скважин. Одну из них следует закладывать в приосевой части мульды, другую — в присводовой части соляной антиклинали или несколько ближе к ее крутому крылу. В этом и заключается практический смысл использования наметившихся закономерностей во взаимоотношениях структурных планов надсолевой и подсолевой поверхностей.

## ЛИТЕРАТУРА


Алексин А. Г., Кожевников И. И., Соколин Х. Г. — «Геология нефти и газа», 1968, № 12.

Бекбулатов А. Г., Насыров С. С. и др.—В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Белоусов В. В. — Труды ЦНИГРИ, вып. 108, 121, 126, 1938—1940.

Белоусов В. В. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1948, № 5.

Бражников Г. А. — «Геология нефти и газа», 1959, № 10.

Бражников Г. А. и др. — В кн.: «Материалы по тектонике Нижнего Поволжья». Волгоград, 1962.

Бражников Г. А., Ермаков В. А., Пескова А. Я., Одолеев О. Г. — Труды МИНХ и ГП, вып. 90. М., 1970.

Виноградова Н. Г., Ощепков К. Ф. — Труды ВНИИНГИ, вып. 14, 1969.

Габриэлян А. Г. — «Нефтегазовая геология и геофизика», 1966, № 2.

Горелик З. А. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Граблин Е. А., Масленников Е. А. — «Геология нефти и газа», 1957, № 1.

Дорохов В. Я. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1960, № 1.

Ермаков В. А., Исаев А. Я., Гетманова Е. И. — «Геология нефти и газа», 1968, № 5.

Китык В. И. — В кн.: «Условия образования соляных структур. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Китык В. И., Куцеба В. И. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

Пейве А. В. — «Советская геология», 1941, № 4.

Розанов Л. Н. История формирования тектонических структур Башкирии и прилегающих областей. М., Гостоптехиздат, 1957.

Розанов Л. Н. Физико-механические условия образования тектонических структур платформенного типа. М., «Недра», 1965.

Утробин В. Н. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.247

# СОЛЯНЫЕ СТРУКТУРЫ МОЛОДЫХ ПЛАТФОРМ ЕВРАЗИИ

*Р. Г. ГАРЕЦКИЙ*

*(Москва, Геологический институт АН СССР)*

Значительную территорию Евразии занимают молодые платформы. На трех из них (Иберийской, Западноевропейской и Центральноевразиатской) в разрезе заметное значение приобретают соленосные формации, с которыми связаны соляные структуры.

Наиболее древние соленосные формации молодых платформ относятся к позднему девону — турне в Джезказганско-Чуйской впадине Туранской плиты и к ранней перми в этой же впадине и на Мизийской плите в Болгарии. Обе соленосные формации входят в состав метагеосинклинального комплекса (Хаин, 1954).

Соленосные формации типичного платформенного чехла, принадлежат к поздней перми (цехштейну) Южно-Германской плиты, Тюрингской и Субгерцинской впадин Западноевропейской платформы, позднему триасу Аквитанской и Каталонско-Кастильской плит и поздней юре юга Туранской плиты.

Галогенные образования верхнего девона — турне Джезказганско-Чуйской впадины представлены каменной солью, ангидритами и гипсами, которые переслоены аргиллитами, известняками, доломитами, мергелями и пестроцветными песчаниками. Общая мощность соленосной толщи в штоке соляного купола Бестюбе более 600 *м* (Дитмар, 1966). Соль образует две группы соляных структур: Сарысуйскую и Бетпак-Далинскую (Дитмар, 1966 и др.).

Диапировая природа Сарысуйских структур была обоснована еще Б. А. Петрушевским (1938), Н. С. Зайцевым (1940), Е. М. Смеховым (1958) и др. В начале 60-х годов бурением было окончательно доказано, что эти структуры связаны с каменной солью. Из них самые изученные (Рахметнура, Бурейнак, Коктюбе) представляют собой округлой или овальной формы диапировые купола диаметром в первые километры.

Из Бетпак-Далинских соляных структур хорошо изучена Бестюбинская, которая имеет размеры 15×4 *км*. Южнее ее крыло осложнено разрывом. Крылья купола, созданные известняками нижнего карбона, падают под углами от 45 до 85°, а в ядре выходят гипсы кепрока, под которыми вскрыта каменная соль.

Нижнепермская соленосная толща Джезказганско-Чуйской впадины сложена каменной солью, алевролитами, аргиллитами и песчаниками мощностью от нескольких десятков до 950 *м* (Дитмар и Тихомиров, 1964). Залегание ее обычно пластовое и лишь к югу от Джезказгана соль нижней перми, вероятно, участвует в строении диапировых структур, питающихся главным образом верхнедевонской солью.

На юге Мизийской плиты, в районе Провадии в Болгарии, имеется единственный соляной купол, прорывающий отложения верхней перми,

триаса, юры и мела. Соль, выходящая на поверхность в виде округлой формы штока, считается раннепермской. По-видимому, она отложилась в лагуне раннепермского моря, проникшего сюда из районов Крыма.

Соленосные формации цехштейна (верхней перми), как известно, наиболее широко распространены в Польско-Германской впадине. Отсюда в пределы собственно варисцийской Средней Европы море цехштейна проникало в виде крупного залива, вытянутого с северо-северо-востока на юго-юго-запад, проходившего через Субгерцинскую и Тюрингскую впадины и захватывавшего северную и центральную части Южно-Германской плиты. Соответственно с расположением современных впадин по отношению к заливу цехштейнового моря мощность соли цехштейна в Субгерцинской впадине колеблется от 400 до 2000 *м*, в Тюрингской она обычно не превышает 500—700 *м*, а на севере Южно-Германской плиты (в прогибе Фульда) достигает 300 *м*.

В Субгерцинской впадине развита серия вытянутых в герцинском направлении, почти параллельных друг другу, нередко кулисообразно расположенных, обычно узких линейных соляных антиклиналей и разделяющих их плоских мульд (Lotze, 1938; Löffler, 1962; Lubitz, Bein u. a., 1964 и др.).

Большинство антиклиналей имеет длину от 10 до 30 *км* и только Ошерслебен-Штассфуртская вытянута немного более чем на 60 *км*. Все антиклинали в ядре содержат сильно дислоцированную соль цехштейна. Многие антиклинали узкие, со сжатыми соляными ядрами, часто сопровождаются разломами и имеют круто наклоненные крылья. Своды антиклиналей осложнены более мелкими куполами и вздутиями. Реже встречаются антиклинали с более плоским и широким сводом. На их крыльях углы падения слоев обычно равны 5—10°. Крупных разломов не отмечено. Однако в их сводах также наблюдается раздув мощностей соли. Иногда своды антиклиналей осложнены грабенами. На поверхности своды антиклиналей сложены породами цехштейна. По мере приближения к выступу Гарца амплитуда антиклиналей заметно возрастает. Намечается вергентность складок к юго-западу, в то время как надвиг Гарца направлен к северо-востоку. Ряд соляных антиклиналей на крыльях сопровождается вторичными компенсационными синклиналями, выполненными угленосными отложениями палеоцена, эоцена и морскими породами олигоцена. Нередко эти синклинали развиваются на обоих крыльях соляной антиклинали, причем одновременно с ростом соляной структуры намечается смещение оси вторичной синклинали к соляному ядру.

Мульды, разделяющие соляные антиклинали, плоские и широкие. Они вытянуты параллельно антиклиналям, их ядра выполнены наиболее высокими горизонтами триаса или мезозойскими отложениями.

Сейсморазведочные и буровые материалы показывают, что соляные антиклинали, как правило, связаны с разломами подсолевого ложа. Некоторым из них в подсолевом ложе соответствует или флексурообразный изгиб, или небольшая антиклиналь.

Развитие соляных структур Субгерцинской впадины тесно связано с разломами герцинского простирания, которые начали ощущаться в цехштейне и особенно ярко проявились в различные отрезки мезозой-кайнозоя. Наиболее интенсивный рост соляных структур отмечается в конце юры и середине мела. В палеогене происходил дальнейший рост соляных антиклиналей, в результате чего на их крыльях возникли вторичные компенсационные синклинали.

Для Тюрингской впадины свойственны зоны разломов, которые вытянуты в герцинском направлении и разбивают впадину на ряд плас-

тинообразных линейных блоков шириной 15—30 *км* и длиной 120—130 *км* (Seidel u. a., 1964; Seidel, 1965). Разломы в центральной части впадины имеют характер взбросов и надвигов, а по краям — сбросов, переходящих во флексуры. Зоны разломов сопровождаются грабенами, грабен-синклиналями, асимметричными (иногда опрокинутыми) узкими антиклиналями. В строении некоторых антиклиналей участвует соль, и тогда они близки к ряду структур Субгерцинской впадины. Центральные наиболее напряженные части зон разломов (например, Эйхенберг-Гота-Заальфельд) осложнены диапировыми куполами. Между зонами разломов, на территории пластинообразных блоков, развиты пологие мульды и широкие антиклинали асимметричного строения, на крыльях нередко осложненные «соляными подушками».

Для зон разломов характерно последующее интенсивное сжатие под воздействием субгерцинских тектонических движений середины мела. Рост соляных структур в основном происходит в эпохи сжатия.

На Южно-Германской плите соляные структуры сформированы главным образом в прогибе Фульда, к которому приурочены наибольшие мощности соли цехштейна. Здесь развиты соляные купола округлой формы и слегка удлиненные брахиантиклинали, сопровождаемые компенсационными мульдами и структурами оседания.

Соленосные формации верхнего триаса широко распространены на юге Аквитанской плиты и на дне Бискайского залива. Их мощность достигает 600—700 *м*. Из соляных структур значительно развиты одиночные соляные купола (Дакс, Бастенн-Гожак, Тетью и Мажеск). В их центре расположены верхнетриасовые соляные ядра, выходящие на поверхность в виде овала неправильной формы и размером от 3,2×1,2 до 7×4,8 *км* (Dupouy-Camet, 1953 и др.). Интересно отметить, что в соли, как правило, встречаются интрузии офитов мощностью от нескольких десятков до первых сотен метров. Крылья куполов сложены опрокинутыми, поставленными на голову или круто наклоненными отложениями мела и палеогена. На глубине нередко встречаются зажатые в тектонические клинья породы юры. По окраине соляного штока обычно проходит серия разрывов.

Другой тип развитых здесь соляных структур представляют собой антиклинали с расположенными на глубине соляными ядрами (Одиньон, Гарлин, Антин, Рокфор и др.). Эти антиклинали длиной до 20—25 *км* и шириной в несколько километров обычно сопровождаются разломами, асимметричны, с ясно выраженным на глубине раздувом соляной массы в ядре.

Следующий тип соляных структур образуют антиклинали, у которых имеется прорванное соляное ядро, выходящее на поверхность. К таким антиклиналям принадлежит Терси.

Для отдельных соляных антиклиналей на основании данных сейсморазведки устанавливается приуроченность к разломам подсолевого ложа. Рост соляных структур связывается с усилением тектонических движений в преднеокомское и предаптское время, особенно в конце среднего эоцена (пиренейские движения).

Близкого типа соляные структуры, созданные верхнетриасовой солью, распространены по северной и южной окраинам Каталонско-Кастильской плиты и краевом прогибе Эбро (Brinkmann u. a., 1967).

Соленосная формация верхней юры (киммеридж-титона) развита на юго-востоке Туранской плиты. Первоначальная мощность соли здесь была свыше 900 *м* (Быков и др., 1962). Соль образует два соляных вала: субширотный Репетекский длиной 350 *км* и субмеридиональный Байрамалийский протяженностью 150 *км*. Они состоят из цепочки рез-

ко выраженных узких антиклиналей. В сводах некоторых из них имеются прорванные соляные диапиры, выходящие на дневную поверхность (Донгузсырт, Шальгерич-Баба) или перекрытые плиоцен-антропогеновыми отложениями ложбины палео-Амударьи (Репетекская, Мартовская). В ядре Репетекской антиклинали мощность соли достигает 3000 *м*, а на крыльях сокращается до 800—900 *м*. Соляные антиклинали Репетекской зоны имеют длину от 7 до 35 *км*, ширину от 3 до 10 *км* и высоту по меловым отложениям от 500 до 1600 *м*. Углы падения слоев пород мела в различных складках колеблются от 5—10 до 50—87°. Амплитуда антиклиналей по отношению к разделяющим их седловинам достигает 300—600 *м*. Антиклинали иногда осложнены разрывами, преимущественно продольными. С обеих сторон соляных антиклиналей прослеживаются вытянутые параллельно им узкие линейные синклинали, являющиеся, по-видимому, компенсационными депрессиями, возникшими при образовании соляной антиклинали.

Байрамалийский соляной вал имеет амплитуду поднятия по отношению к сопряженным синклиналям до 300—600 *м*. Он слегка асимметричен: углы падения слоев мела на западном крыле 3—7°, на восточном — 1—4°.

Происхождение этих соляных валов обычно связывают с продольными разломами подсолевого ложа. Однако до сих пор прямых данных, подтверждающих существование Репетекского и Мургабского разломов, нет. Предполагать разломы на отдельных участках позволяет только анализ гравитационного поля. В то же время в этом районе имеются доказанные разломы, которые не сопровождаются соляными структурами. Репетекский и Байрамалийский соляные валы возникли, вероятно, в среднем плиоцене. О их молодом возрасте свидетельствуют отсутствие изменения мощностей меловых и палеогеновых отложений в сводовых и крыльевых частях складок, а также изменение углов падения в надсолевых породах с глубиной (Гапеев, 1963). Все эти факты позволили нам (Гарецкий, Юревич, 1966) предположить, что образование соляных валов связано с резким снижением давления на соляную толщу под эрозионными долинами палео-Амударьи и палео-Мургаба, имеющими врез на глубину до 1000 *м* и исключительно точно совпадающими с осевыми линиями валов.

Следует обратить внимание еще на неравномерное расширение различных горных пород при нагревании. Соль по сравнению с другими горными породами обладает более высоким коэффициентом расширения при нагревании. По мере погружения на глубину соляная толща под воздействием усиливающейся температуры расширяется, причем тем больше, чем чище состав толщи и чем она мощнее. Репетекский и Байрамалийский соляные валы приурочены к району максимальных мощностей и чистоты соленосной толщи киммеридж-титона.

Таким образом, на молодых платформах Евразии соляные структуры развиты в различных стратиграфических подразделениях от верхнего девона до верхней юры и имеют разнообразную морфологию и разный генезис. Их возникновение обусловлено как тектоническими причинами, так и физическими свойствами соли.

## ЛИТЕРАТУРА

Быков Р. И., Мальцева А. К., Туранов В. А. — «Советская геология», 1962, № 5.

Гапеев В. В.—«Геология нефти и газа», 1963, № 5.

Гарецкий Р. Г., Шлезингер А. Е., Яншин А. Л. — «Геотектоника», 1965, № 1.

Гарецкий Р. Г., Юревич А. Л. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.
Дитмар В. И. Тектоника и перспективы нефтегазоносности Чу-Сарысуйской и смежных депрессий Казахстана. М., «Наука», 1966.
Дитмар В. И., Тихомиров В. И. — «Докл. АН СССР», 1964, т. 158, № 5.
Зайцев Н. С. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1940, № 5.
Петрушевский Б. А. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1938, № 9.
Смехов Е. М. — «Докл. АН СССР», 1958, т. 92, № 6.
Тектоника и нефтегазоносность западных районов Средней Азии. Под. ред. Г. Х. Дикенштейна. М., Гостоптехиздат, 1963.
Хаин В. Е. Геотектонические основы поисков нефти. Баку, Азнефтеиздат, 1954.
Brinkmann R. u. a. — Beh. Geol. Jahrbuch., H. 66. Hannover, 1967.
Dupouy-Camet J. — «Bull. AAPG», 1953, vol. 37, № 10.
Jubitz K.—B., Bein E. u. a. Exkursionsführer zur 11. Jahrestagung 1964 in Leipzig. Berlin, 1964.
Löffler J. Die kali-und Steinsalzgestätten des Zechteins in der Deutschen Demokratischen Republik. T. III, Sachen-Anhalt. Berlin, 1962.
Lotze F. Steinsalz und Kalisalze Geologie. Berlin, 1938.
Seidel G. — «Geologie», 1965, 14, № 50.
Seidel G., Dockter J., Puff P., Teschke H. I. Exkursionsführer zur 11. Jahrestagung 1964 in Leipzig. Berlin, 1964.

УДК 551.247:553.981'982(574.52/53)

# СОЛЯНЫЕ СТРУКТУРЫ ЧУЙСКОЙ ВПАДИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

*М. М. МАЙЛИБАЕВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

Соляные купола Чуйской впадины расположены в низовьях р. Чу, в переходной зоне от Тесбулакского к Чуйскому прогибу.

На каледонском основании здесь залегают подсоленосные эффузивно-осадочные отложения нижнего — среднего девона и терригенные красноцветные породы средне-верхнедевонского возраста. Они перекрываются галогенными образованиями, вскрытыми структурно-поисковыми скважинами в ядрах соляных структур. Разрез соленосной толщи представлен каменной солью, гипсами и ангидритами, а также редкими перемятыми прослоями известняков, песчаников и алевролитов. Из серых разностей солей и темно-серых прослоев карбонатно-глинистого состава Л. Н. Ржаниковой получены комплексы спор и пыльцы, указывающие на верхнедевонский возраст галогенного разреза. Мощность толщи в ядерной части структур достигает 1800 *м*. При пересчете на первоначальную мощность солей она не превышает 400 *м*.

Выше залегают расчлененные детально до ярусов и подъярусов осадки нижнего карбона мощностью до 2000 *м*, состоящие в основном из известняков и мергелей с прослоями песчаников и алевролитов.

Отложения среднего — верхнего карбона, установленные в самых прогнутых мульдах, залегают с незначительным угловым несогласием на подстилающих породах. Разрез сложен песчаниками и гравелитами мощностью до 350 *м*. Эти породы перекрыты маломощным (до 250 *м*) мезозой-кайнозоем, отсутствующим в ядерных частях куполов.

Рассматривая тектонику соляных структур, можно отметить приуроченность их в большинстве случаев к антиклиналям в подсолевом ложе или к разломам, осложняющим поверхность фундамента. Морфологически соляные структуры чаще всего представляют собой брахиантиклинальные складки, вытянутые в субширотном направлении. В плане они занимают площадь $50 \times 70$ *км*, где расположено 14 соляных структур, очень сходных по строению. На всех структурах отсутствуют присводовые грабены. На их месте развиты сводовые (ядерные) мульды выщелачивания. Крылья структур даже при наличии крутых склонов представлены полным набором перекрывающих соленосный девон отложений нижнего карбона. Это связано с подъемом слоев нижнего карбона без каких-либо нарушений сплошности этих слоев. Глубокий срез в результате процессов выветривания обнажил своды соляных структур до ядра. Отдельные фрагменты турнейских слоев, отмечающихся в кепроке, также подчеркивают именно денудацию сводовых частей структур. Все эти факты указывают на то, что явлений диапиризма (протыкания) при развитии соляных структур здесь не было. Эти формы можно назвать соляными структурами приподымания (диапироидными, по В. Е. Хаину).

При анализе истории формирования соляных структур Чуйской впадины методом выравнивания стратиграфических поверхностей можно заметить, что толчком для их зарождения послужили раннегерцинские подвижки на границе среднего и верхнего палеозоя. Амплитуда структур по надсолевому комплексу обусловлена дополнительным наложением активной солянокупольной тектоники (гравитационных сил) на антиклинальную складчатость, зафиксированную в подсолевых слоях и отразившуюся на морфологии соляного ядра: антиклинальной и брахиантиклинальной. При этом каменная соль почти полностью отжалась из межкупольных зон. Однако описываемые купола являются структурами, законсервированными на ранней стадии соляной тектоники, т. е. в самом зародыше — без признаков диапиризма.

Морские комплексы карбона, перекрывающие соленосные отложения, благоприятны для образования углеводородов. В них установлены многочисленные признаки битумов и газов. Поступление углеводородов можно предполагать также со стороны прогибов, расположенных на севере (Тесбулакский) и на юго-востоке (Чуйский). Поэтому перспективны в нефтегазоносном отношении соляные структуры Тантай, Казангап, Кызылой и Каракия, а также Жайлай, Ортатогуз, Бестобе и Акдагул, ограничивающие Чуйский прогиб. Наиболее перспективными частями перечисленных структур должны быть крылья, обращенные в сторону прогибов, откуда скорее всего шла миграция углеводородов. Нарушения, осложняющие эти крылья, могли способствовать образованию ловушек на крутых склонах соляного ядра.

Таким образом, анализ строения соляных поднятий Чуйской впадины показал, что они являются структурами, законсервированными на ранней стадии действия соляной тектоники. Это в определенной степени позволяет, не прибегая к опытам и моделированию, последовательно по разным районам проследить динамику соляной тектоники, зафиксированную на различных стадиях ее развития.

УДК 551.247(575)

# ОСОБЕННОСТИ СОЛЯНОЙ ТЕКТОНИКИ ФЕРГАНСКОГО, АФГАНО-ТАДЖИКСКОГО И ВОСТОКА КАРАКУМСКОГО ГАЗОНЕФТЕНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

*О. А. РЫЖКОВ, В. С. ШЕЙН, С. В. ЕКШИБАРОВ, И. А. ЗЕЛЕНИН, И. З. МАКСУДОВ, З. М. МАШРАПОВ*

*(Ташкент, СредазНИИГАЗ)*

На юго-востоке Средней Азии соляная тектоника проявилась в Ферганской, Афгано-Таджикской, Каракумской и Гиссарской газонефтеносных областях.

Развитие соляной тектоники в Ферганском нефтегазоносном бассейне связано с миоценовой субформацией, а в Каракумском, Гиссарском и Афгано-Таджикском — с верхнеюрской гидрохимической толщей. Интенсивность процесса соляной тектоники в пределах орогена и плиты была неодинаковой. Постплатформенный ороген включает Гиссарскую нефтегазоносную область, Афгано-Таджикский и Ферганский газонефтеносные бассейны.

Наиболее полно соляная тектоника изучена в Гиссарской газонефтеносной области. Следы ее проявления здесь многочисленны. Этому способствовали значительная мощность верхнеюрской гидрохимической формации (до 800 *м*), интенсивность новейших тектонических движений, расположение пород соляногипсовой толщи в обнажениях и на разных глубинах, вследствие чего эти породы испытывали в различных местах различные нагрузки.

В Гиссарской нефтегазоносной области широко распространены соляные антиклинали, открытые и закрытые соляные купола. По особенностям глубинного строения среди соляных структур рассматриваемой газонефтеносной области можно выделить следующие разновидности:

I тип — соляные структуры на складках основания; они являются преобладающими;

II тип — бескорневые соляные структуры; встречаются намного реже первых;

III тип — соляные структуры, развитые над разломами складчатого основания. Эти структуры не обнаружены, но возможны.

Соляные структуры I типа подразделяются на два вида. Первый характеризуется уменьшением мощности соляной толщи на своде (Адамташ, Белесейнак и др.). Обычно это брахиантиклинали, осложненные надвигами со срывом по солям; солевая толща перекрыта отложениями в 1,5—3 *км*. Второму виду свойствен раздув мощности в своде складки (Бабасурхан, Гаухана и др.). Обычно в этих структурах соляная толща обнажена или находится на небольшой глубине от поверхности. Форма структуры этого вида чаще всего куполовидная. Могут встречаться соляные диапиры и соляные антиклинали.

Складки II типа объединяют три вида структур. Первый характеризуется уменьшением в своде мощностей надсолевых отложений (Иолдум), второй связан с перемещением пластических соляных масс в сторону обнажений, а третий — с разломами. Бескорневые структу-

ры обычно располагаются на крыльях основных антиклиналей. Формируются они либо в связи с разрушением перекрывающих их отложений, либо в результате перемещения соляных масс по разломам (надвигам) к поверхности и воздействием этих масс на лежащие выше отложения, либо вследствие перетока соляных масс по восстанию пластов несколько ниже их головных частей на дневной поверхности.

В Афгано-Таджикском газонефтеносном бассейне отмечены многочисленные выходы соли на дневную поверхность. Относительно влияния соляной тектоники на складчатость и развитие антиклиналей среди геологов существует несколько точек зрения. Остановимся на двух главных из них. Первая заключается в том, что надсолевые складки образовались в результате скольжения по гидрохимическим отложениям верхней юры. Она определяет резкое несоответствие подсолевой и надсолевой структур. Согласно второй точке зрения, которую разделяют авторы настоящей статьи, соляная тектоника наложена на складки основания. Прямых доказательств тех или иных представлений по данному вопросу нет, так как еще ни одна глубокая скважина не вскрыла полную мощность мезозойских пород.

Мы склонны считать, что процесс соляной тектоники в рассматриваемом газонефтеносном бассейне во многом сходен с проявлением ее в Гиссарской газонефтеносной области. Здесь должны преобладать складки I типа — соляные структуры, развитые на складках основания.

Несколько слов о соляной тектонике Ферганской впадины. Выше указывалось, что она ассоциирует с нижнемассагетской миоценовой гидрохимической толщей, распространенной лишь на северо-западе Ферганской впадины на площади Наманганской антиклинальной зоны. Большинство исследователей, в том числе и авторы статьи, полагают, что соляная тектоника здесь связана с активизацией в новейшее время разломов, вдоль которых были выжаты соляные ядра таких антиклиналей, как Акбель, Акчоп, Супетау и др.

Соляная тектоника известна также на востоке Каракумского газонефтеносного бассейна, на юге Амударьинской и Мургабской впадин. Наиболее полно она изучена в Бешкенском прогибе и на Чарджоуской ступени. Здесь глубоким бурением исследованы несколько соляных антиклиналей (Памук, Култак, Зекры, Уртабулак и др.).

Влияние соляной тектоники на формирование локальных структур Туранской плиты значительно меньше, чем на складки орогена. Тем не менее здесь выявлены антиклинали, осложненные соляной тектоникой, и соляные купола.

Изучение истории развития складок Уртабулака, Памука, Култака и др. показало, что некоторые из них заложились во время накопления карбонатной формации верхней юры и впоследствии (меловое время) развивались в том же плане без значительных изменений структурной ситуации. В неоген-антропогеновое время благодаря активизации тектонических движений и проявлению соляной тектоники они испытывали реконструкцию структурного плана (приобрели вытянутые формы).

Следует отметить, что в процессе соляной тектоники своды локальных структур смещаются обычно в сторону наиболее интенсивно опускавшегося смежного прогиба, чаще всего на юг от 0,1 до 3 *км*.

В Мургабской впадине вдоль зоны Репетекского разлома развиты соляные купола, установленные сейсмическими работами и бурением. Образование их, на наш взгляд, связано скорее всего с разломами.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. На рассматриваемой территории соляная тектоника в орогене проявлялась интенсивнее, чем на территории плиты.

2. Процесс соляной тектоники обусловлен в основном региональными тектоническими движениями неоген-антропогенового времени; в меньшей мере влияет гравитационный фактор.

3. Выделенные в Гиссарской газонефтеносной области разновидности соляных структур свойственны в целом всей рассматриваемой территории орогена.

4. Преобладают складки I типа, т. е. соляные структуры на складках основания. Они обычно длительно развиваются, и соляная тектоника осложняет их строение. Указанные складки, видимо, характерны для Афгано-Таджикского газонефтеносного бассейна — одного из перспективных на нефть и газ в Средней Азии.

5. Разломы в надсолевых отложениях являются следствием формирования складок и течения солей. Разломы в породах складчатого основания, наоборот, предопределяют проявление соляной тектоники.

6. Наиболее перспективны на нефть и газ складки I типа.

УДК 551.248:553.981'982

# О ГЕНЕТИЧЕСКОМ ЕДИНСТВЕ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ И ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИН В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

*В. И. САВЧЕНКО, Н. Н. СМИРНОВА, А. К. ЦЫПКО*
*(Чернигов, Черниговская экпедиция УкрНИГРИ)*

В настоящее время перед геологоразведчиками Восточной Украины стоит сложная задача — дать оценку перспектив нефтегазоносности девонских отложений Днепровско-Донецкой впадины. Решению ее помогло бы выяснение структурной взаимосвязи с соседней, Припятской впадиной, где открыто шесть месторождений нефти, залежи которых связаны с девонскими горизонтами. Изучение взаимоотношений этих двух впадин во многом могло бы быть полезным при оценке нефтегазоносности каменноугольных и пермских отложений Припятской впадины.

При решении проблемы единства или различия Днепровско-Донецкой и Припятской впадин нами рассмотрены следующие вопросы:

генезис и время заложения впадин;

строение кристаллического фундамента и осадочного чехла;

история геологического развития.

Несмотря на различные представления о генезисе Доно-Днепровского региона (краевой прогиб герцинид, авлакоген и др.), все без исключения исследователи сходятся на том, что природа Припятской и Днепровско-Донецкой впадин одна и та же. Если эффузивные образования принимать за индикатор усиления тектонических движений, приводящих к интенсивному прогибанию того или иного участка земной коры, то можно допустить, что Донбасс и крайняя юго-восточная часть Днепровско-Донецкой впадины были втянуты в прогибание на более раннем этапе своего развития, чем остальная часть Доно-Днепровского региона. Об этом свидетельствует тот факт, что самые древние по времени излияния эффузивы установлены в Донбассе (Лебединский, 1967). Они датируются концом среднего — началом позднего девона. В северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины древние базальтоиды встречены в низах разреза Брусиловской скважины 2р (подсемилукские эффузивы) и в Березнянской скважине 205 (подворонежские). В Припятском прогибе подобные образования вскрыты лишь в воронежских отложениях (скважины Борщовская 1р, Стреличевская 1р и др.).

Таким образом, можно сделать вывод о «скользящем» во времени заложении краевых разломов и, следовательно, о разновременном прогибании отдельных частей рассматриваемого региона. Однако в целом Доно-Днепровский регион как отрицательная структурная форма заложился во франском веке, т. е. время образования как Припятской, так и Днепровско-Донецкой впадин одно и то же.

Для решения вопроса о структурной взаимосвязи Припятской и Днепровско-Донецкой впадин, видимо, нет необходимости рассматри-

вать их полностью. Достаточно изучить геологическое строение смежных частей этих впадин, т. е. юго-восток Припятской и северо-запад Днепровско-Донецкой впадин.

Сочетание субширотных и субмеридиональных нарушений обусловило весьма сложное строение кристаллического фундамента. Несмотря на это, устанавливаются некоторые общие для Припятской и Днепровско-Донецкой впадин закономерности: северо-западное простирание основных структурных элементов, постепенно сменяющееся на широтное; группирование этих элементов в отдельные приподнятые и опущенные относительно друг друга зоны, переходящие из Днепровско-Донецкой впадины в Припятскую и т. д.

Так называемый Черниговско-Брагинский выступ фундамента отдельные исследователи (Лапкин, 1956; Люткевич, 1966 и др.) выделяют как поперечную граничную структуру первого порядка, разделяющую названные выше впадины. Однако по современным данным этот выступ представляет собой область повышенного залегания фундамента, состоящую из отдельных впадин и поднятий, соизмеримых с такими структурами третьего порядка, как Кошелевский и Мринский выступы, Ичнянская и другие депрессии. Таким образом, этой структуре присущи те же характерные черты строения фундамента, что и прилегающим частям региона.

При рассмотрении структурных карт поверхности докаменноугольных и подошвы верхнепермских отложений хорошо заметна общность строения юго-востока Припятской и северо-запада Днепровско-Донецкой впадин. На этих картах ясно прослеживаются две зоны флексур, соответствующие, по-видимому, продольным региональным разломам фундамента, разделяющим грабен на три тектонические зоны. При переходе через Черниговско-Брагинскую приподнятую область они становятся менее четкими, но все же их можно проследить и здесь.

На этих же картах отчетливо наблюдается последовательный переход всех структурных форм второго и третьего порядка Днепровско-Донецкой впадины через Черниговско-Брагинскую приподнятую область в Припятскую впадину.

Однотипность изменения фациального состава и мощностей девонских отложений при переходе через Черниговско-Брагинскую приподнятую область позволяет сделать вывод о том, что эта область в девонское время не являлась барьером, разделявшим бассейны осадконакопления Днепровско-Донецкой и Припятской впадин.

На протяжении всей последующей истории развития рассматриваемых впадин неоднократно менялись режимы бассейна осадконакопления, однако все трансгрессии моря приходили со стороны Донбасса. Соответственно этому отчетливо проступает закономерное уменьшение мощностей и изменение литолого-фациальных особенностей каменноугольных и пермских отложений по направлению от Днепровско-Донецкой впадины к Припятской.

На палеоструктурной карте по кровле докаменноугольных отложений к предпозднепермскому времени получили отражение все структурные элементы, выделяемые в настоящее время. Что касается границ между структурами второго порядка, то они еще не так ясно видны, как на современной карте. Вероятно, эти структуры окончательно сформировались лишь в ларамийскую фазу складчатости, которую необходимо рассматривать как завершающую стадию образования всего Припятско-Донецкого прогиба.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что Днепровско-Донецкая и Припятская впадины являются составными частя-

ми одного и того же региона — Припятско-Донецкого прогиба. Конечно, это не исключает определенных различий в их строении, выразившихся, в частности, в различной интенсивности соляного тектогенеза. Эти процессы весьма слабо были развиты в Припятской впадине и, наоборот, широко распространены в Днепровско-Донецкой. Последнее отличие объясняется различной интенсивностью тектонических движений и разной мощностью осадочного надсолевого комплекса в этих впадинах.

Исходя из единства Припятской и Днепровско-Донецкой впадин, мы предлагаем единую схему тектонического районирования Припятско-Донецкого прогиба. В пределах этой мегаструктуры нами устанавливаются следующие структуры первого порядка.

1) юго-западный склон прогиба (северо-восточный склон Украинского кристаллического массива);

2) Днепровско-Припятский грабен;

3) северо-восточный склон прогиба (юго-западный склон Воронежского кристаллического массива).

В свою очередь, в составе Днепровско-Припятского грабена выделяются структуры второго порядка — центральная, южная и северная прибортовые зоны. В последних двух можно различить (для каждой) подзону структур сложного строения и подзону структур сравнительно простого строения.

Эта тектоническая схема, а также условия нефтегазонакопления, установленные для Припятской и Днепровско-Донецкой впадин, были положены нами в основу оценки перспектив нефтегазоносности. Наиболее перспективными по девонским отложениям считаются Грибоворуднянская, Холмская, Великозагорская, Хотиновская, Краснопартизанская, Ведильцевская, Гнединцевская, Исачковская и другие структуры.

## ЛИТЕРАТУРА

Гавриш В. К. — «Геологический журнал». Киев, Изд-во АН УССР, 1966, № 6.
Лапкин И. Ю., Люткевич Е. М. — «Докл. АН СССР», 1956, т. 108, № 5.
Лебединский В. И. — «Докл. АН СССР», 1967, т. 174, № 3.
Люткевич Е. М. — «Докл. АН БССР», 1966, т. IV, № 2.
Чирвинская М. В.—В сб.: «Тектоника нефтегазоносных областей», т. II. М., Гостоптехиздат, 1958.
Шатский Н. С. — «Изв. АН СССР, серия геол.», 1946, № 6.

УДК 551.243:553.981'982

# РОЛЬ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В МЕЖСОЛЕВЫХ И ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ

*З. А. ГОРЕЛИК*

*(Минск, Институт геологических наук)*

Многочисленные исследования показывают, что почти во всех соленосных областях разрывные нарушения играют важную роль в формировании структурных форм, являющихся ловушками для нефти и газа. Несмотря на это, изучению разрывных дислокаций не уделяется должного внимания. В Припятской впадине по данному вопросу собраны новые фактические материалы, которые целесообразно учитывать при производстве поисково-разведочных работ на нефть и газ и в других соленосных областях.

На территории впадины выделяются глубинные краевые разломы субширотного простирания, ограничивающие ее с севера и юга, субширотные региональные разломы, образующие тектонические ступени, разрывные нарушения различного направления, разделяющие ступени на относительно мелкие неравномерно приподнятые и погруженные блоки и региональные разрывные нарушения субмеридионального и северо-восточного направления. Классификация разрывных нарушений впадины дана Р. Е. Айзбергом и А. М. Синичкой (1968).

Субширотные разломы и мелкие разрывные нарушения, расчленяющие тектонические ступени на мелкие блоки, наблюдаются в кристаллическом фундаменте и пересекают отложения верхнего протерозоя, среднего девона, подсолевую и соленосную толщу франского яруса и межсолевые слои фаменского яруса, распространенные в пределах впадины. В залегающих выше породах фаменской соленосной толщи они четко не отображаются, в надсолевой верхнедевонской толще встречаются редко, а в находящихся еще выше по разрезу каменноугольных, пермских и мезозой-кайнозойских образованиях отмечаются весьма редко и лишь по косвенным данным.

Субширотные краевые разломы протягиваются в сторону Днепровско-Донецкой впадины, где они приобретают юго-восточное направление. Эти разломы оконтуривают Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген в целом. Они простираются на расстояние более 900 *км* (в том числе вдоль Припятской впадины около 280 *км*).

Субширотные региональные разломы прослеживаются на расстоянии от 60 до 200 *км;* мелкие разрывные нарушения, расчленяющие тектонические ступени,— от 1—2 до 15—20 *км*.

Амплитуды субширотных краевых разломов колеблются от 200 до 3500 *м*, субширотных региональных разломов — от 100—200 до 2500 *м*, мелких разрывных нарушений — от десятков до сотен метров.

Региональные разрывные нарушения субмеридиональной и северо-восточной ориентировки в основном малоамплитудные.

Краевые и региональные субширотные разломы образуют зоны разрывных нарушений, ширина которых изменяется от сотен метров до нескольких километров.

Залежи нефти, выявленные на территории впадины, связаны с региональными разрывными нарушениями субширотной ориентации. Установлено, что существует определенная зависимость между распределением этих залежей и расположением субширотных региональных разломов. Скопления нефти заключены в подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложениях девона. Они пластовые, тектонически, литологически или стратиграфически экранированные, нередко массивные. Все залежи, как правило, приурочены к приподнятым частям тектонических ступеней, примыкающим к региональным субширотным разломам, и простираются в субширотном или восточно-юго-восточном направлении, т. е. в том же направлении, что и основные тектонические элементы впадины.

Ловушками для нефти, заключенной в межсолевых и подсолевых отложениях, являются неравномерно приподнятые блоки, в которых поверхности межсолевых и залегающих ниже образований преимущественно моноклинально погружаются от региональных субширотных разломов.

Накопленный фактический материал позволяет всему этому дать объяснение. Как доказывает автор (Горелик и др., 1968), подсолевые и межсолевые отложения впадины нарушались размывными дислокациями в основном после их перекрытия соленосными образованиями. Формирование на территории впадины структурных форм — ловушек для нефти и газа — во всех случаях было обусловлено тектоническими движениями блоков фундамента. Первоначально (в средне- и позднефранское время) в процессе малоамплитудных подвижек блоков фундамента такими структурными формами служили флексурные и антиклинальные изгибы слоев по подсолевым породам. В начале накопления верхнесолевых толщ аналогичные структурные формы могли образоваться и по межсолевым отложениям. В процессе нарастания интенсивности и амплитуд тектонических движений (в средне- и позднефаменское время и в раннем карбоне) на основе флексурных изгибов слоев формировались зоны разрывных нарушений субширотного простирания. Вследствие этого сводовые, а местами, возможно, и другие подсолевые залежи нефти, образованные в предпозднефаменское время и расположенные вдоль региональных субширотных разломов, были полностью или частично разрушены. Однако это не привело к значительному выносу нефти к поверхности земли и ее уничтожению.

В связи с тем, что в позднефаменское и раннекаменноугольное время тектонические подвижки различных блоков происходили при наличии мощных толщ соленосных отложений, перекрывающих нефтесодержащие образования, разрывы непрерывно залечивались солью и служили непроницаемыми экранами на пути миграции нефти. Поэтому тектонические подвижки, совершавшиеся в данное время, обусловили главным образом перераспределение нефти и газа, заключенных в ранее образованных ловушках, и формирование за счет их новых, преимущественно тектонически экранированных залежей. Подсолевые литологические и стратиграфические залежи нефти, приуроченные к крыльям структур, не пересеченных разрывами, в процессе таких подвижек сохранялись полностью или частично. Так как от среднего карбона до четвертичного времени включительно тектонические подвижки различных блоков проявлялись на территории впадины с незначительными и все уменьшающимися амплитудами, они не могли привести к коренной перестройке ловушек нефти и газа, существовавших к раннекаменноугольному времени. Отсюда следует, что залежи нефти, заключенные в подсолевых, межсолевых и верхнесолевых тол-

щах начиная со среднего карбона не подвергались серьезным изменениям.

Формирование залежей в межсолевых и верхнесолевых * отложениях стало возможно лишь после возникновения над ними непроницаемых или слабопроницаемых солевых экранов, препятствующих вертикальной миграции флюидов и способствующих сохранению нефти.

Все это хорошо доказывается открытием в Припятской впадине Речицкого, Тишковского, Осташковичского, Давыдовского и Вишанского месторождений, на которых залежи нефти образовались и сохранились вдоль крупного (Речицкого) разлома, а также подтверждается гидрогеологическими материалами.

По данным А. П. Лаврова и др. (1968), на площадях Припятской впадины (Речицкая, Осташковичская и т. д.), где водоносные горизонты девонских отложений более изучены, устанавливается хорошая гидрогеологическая закрытость межсолевой толщи и затрудненность гидравлической связи между водами лежащих выше и ниже водоносных комплексов. Несмотря на крупные разрывные нарушения и неоднократные движения вдоль них блоков фундамента и залегающих выше образований, воды подсолевых, межсолевых и надсолевых отложений, по крайней мере на преобладающей части впадины, гидравлически мало связаны между собой.

Р. Г. Панкина и С. П. Максимов (1969) по материалам своих и других исследований отмечают, что нефть, которая накапливалась в одинаковых гидрохимических условиях, в одновозрастных породах, как правило, имеет близкий изотопный состав серы. Анализируя изотопный состав серы в нефтях Речицкого и Осташковичского месторождений, они приходят к выводу о том, что на этих площадях «четкие различия по изотопному составу серы нефтей из межсолевых и подсолевых отложений не позволяют генетически связывать их друг с другом».

Наряду с этим те же авторы, судя по изотопному составу серы нефти из нижней части разреза верхнесолевых осадков Шатилковской площади Припятской впадины, считают, что здесь залежи нефти образовались в результате миграции ее из подсолевой толщи.

Признавая, что залежи нефти в низах верхней соленосной толщи Припятской впадины могли формироваться вследствие вертикальной миграции, мы полагаем, что нефть сюда поступала главным образом из межсолевых образований.

Таким образом, можно констатировать что

пересечение в Припятской впадине разрывными нарушениями подсолевых и межсолевых нефтесодержащих отложений происходило главным образом после их перекрытия соленосными образованиями;

разрывные нарушения, развивавшиеся во впадине в условиях распространения соленосных толщ, в основном играли роль благоприятного фактора, способствовавшего образованию в подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложениях залежей нефти;

тектонические движения, происходившие вдоль разрывов, обусловили возникновение структурных форм, являвшихся ловушками для нефти и газа, а непрерывное залечивание разрывов солью — формирование непроницаемых экранов на пути движения нефти и создание условий, необходимых для накопления нефти в коллекторах и ее сохранения.

---

* Все залежи нефти, выявленные в верхнесолевых отложениях Припятской впадины, приурочены к нижней части их разреза.

Аналогичные условия образования и распространения нефтегазовых залежей в подсолевых и межсолевых отложениях, несомненно, могут быть в других солянокупольных областях.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзберг Р. Е., Синичка А. М. — В сб.: «Нефтегазоносность недр Белорусской ССР». М., изд. ВНИИОЭНГ, 1968.

Анцупов П. В., Синичка А. М. — «Геология нефти и газа», 1967, № 9.

Горелик З. А. — В кн.: «Геология и нефтегазоносность палеозойских отложений Припятской впадины». Минск, «Наука и техника», 1964.

Горелик З. А., Айзберг Р. Е., Синичка А. М., Анцупов П. В., Макаревич В. Н. Современная структура и история тектонического развития Припятской впадины. Минск, «Наука и техника», 1968.

Горелик З. А. — В кн.: «Новые данные по геологии и нефтегазоносности Припятской впадины и смежных районов». М., «Недра», 1968.

Жуков В. В. — В кн.: «Новые данные по геологии и нефтегазоносности Припятской впадины и смежных районов». М., «Недра», 1968.

Лавров А. П., Шаповалов Л. И., Маркова А. П., Филонов В. А., Толчкач В. В. — В кн.: «Новые данные по геологии и нефтегазоносности Припятской впадины и смежных районов». М., «Недра», 1968.

Панкина Р. Г., Максимов С. П. — «Геология нефти и газа», 1969, № 2.

УДК 551.247:553.981'982:550.812.1

# ГРУППЫ И ТИПЫ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ И МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ СВЯЗАННЫХ С НИМИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА

*Ю. А. АРСИРИЙ, И. Г. БАРАНОВ, А. Я. ЛАРЧЕНКОВ*
*(Чернигов, Черниговская экспедиция УкрНИГРИ)*

Поиски и разведка залежей нефти и газа, приуроченных к соляно-купольным структурам Днепровско-Донецкой впадины, определяются характером и формой проявления соляного тектогенеза, обусловившего разнообразие локальных поднятий, развитых в пределах региона.

Локальные структурные формы, образованные соляным тектогенезом, четко подразделяются на две крупные группы.

В формировании первой участвует соляная формация верхнего девона без какого-либо присутствия соли в разрезе примыкающих к соляному ядру лежащих выше горизонтов (Роменский, Исачковский, Ромодановский и другие купола).

Вторая группа солянокупольных структур характеризуется тем, что в строении их, кроме девонских галогенных формаций, участвуют нижнепермские хемогенные толщи. При этом, по мнению авторов, активную роль в формировании куполов играли только соляные массы девонского возраста, тогда как нижнепермские галогенные образования оставались пассивными и только при слиянии с девонской солью в штоках создавали совместно с ней грибообразные соляные тела (Машевский, Распашновский, Крестищенский и другие купола).

Солянокупольные структуры региона подразделяются по стратиграфическому уровню подъема соляных масс на следующие типы: 1) предфаменские, 2) предкаменноугольные, 3) предверхнепермские, 4) предпалеогеновые и предчетвертичные.

В первую группу входят все четыре типа этих соляных структур, и распространены они преимущественно в северо-западной и прибортовых частях Днепровско-Донецкой впадины, тогда как вторая группа представлена лишь двумя типами солянокупольных структур — предверхнепермскими, предпалеогеновыми и предчетвертичными. Эти два типа поднятий развиты преимущественно в юго-восточной части Днепровско-Донецкого грабена.

Солянокупольные структуры отличаются не только высотой подъема соляного ядра в разрезе и территориальным распространением во впадине, но и сложностью строения. Относительно простую структуру имеют предфаменские и предкаменноугольные соляные купола. Предверхнепермские и тем более предпалеогеновые и предчетвертичные построены сложно.

Особую группу составляют межкупольные обращенные структуры, возникшие в результате компенсированного оттока соли в соляные купола и штоки. С этими структурами связаны промышленные залежи газа Ефремовского, Кегичевского, Западнокрестищенского, Великобубновского и других месторождений.

Выявление взаимоотношений структурных планов в подсолевых, межсолевых и надсолевых комплексах осадков и определение благоприятных условий для образования залежей нефти и газа требуют в настоящее время комплексного применения геофизических методов — МРНП, МОВ, КМПВ, скважинной сейсморазведки, высокоточной гравики и параметрического бурения. При этом для каждого типа солянокупольных структур следует рекомендовать конкретный комплекс геолого-геофизических исследований. Чем сложнее строение солянокупольной структуры, тем больший удельный вес в комплексе поисковых работ должен иметь метод РНП и параметрическое бурение.

Для поисков залежей нефти и газа в солянокупольных структурах первых трех типов первой группы наряду с МРНП предлагается МОВ, который дает неплохие результаты до глубины 4000 *м*, особенно на периклиналях и крыльях поднятий.

Выделенные по структурным картам и профилям наиболее благоприятные для скопления углеводородов зоны в подсолевом, межсолевом и надсолевом осадочных комплексах должны оцениваться поисковым бурением, которое целесообразно проводить двумя группами скважин.

Первую группу (не менее трех) поисковых скважин глубиной 5000 *м* бурят на подсолевые и межсолевые залежи с попутной оценкой нефтегазоносности надсолевого комплекса присводовой части. Одну скважину закладывают в своде поднятия по подсолевому ложу для определения промышленной нефтегазоносности подсолевых осадков, а две другие задают с таким расчетом, чтобы вскрыть возможные залежи в межсолевой толще, пройти нижнюю соленосную толщу («шлейф» соляного купола) и войти в подсолевые отложения.

Вторую группу скважин глубиной 3500—3700 *м* проектируют на поиски тектонически и стратиграфически экранированных залежей в их наиболее благоприятных структурных условиях в надсолевом комплексе.

Для поисков залежей нефти и газа на солянокупольных структурах с предверхнепермским, предпалеогеновым и предчетвертичным уровнями подъема соли в комплекс геолого-геофизических исследований должны быть дополнительно включены высокоточная гравика, скважинная сейсморазведка и параметрическое бурение. Наиболее рационально вести поиски и разведку в несколько этапов.

Учитывая то обстоятельство, что в приштоковых зонах пласты надсолевого комплекса зачастую сильно вздернуты, желательно применять наклонно-направленное бурение так, чтобы скважина вскрывала примыкающие к ядру пласты вблизи соляного штока.

Наклонно-направленные скважины рекомендуются также и при поисках тектонически экранированных залежей. В этом случае скважину нужно бурить параллельно плоскости нарушения, чтобы вскрыть экранирующие пласты вблизи экрана.

С предверхнепермскими, предпалеогеновыми и предчетвертичными соляными куполами сопряжены межкупольные обращенные структуры, для поисков и разведки которых рекомендуется следующий комплекс геолого-геофизических исследований:

трансформация гравитационных полей на различные уровни в верхнее полупространство с помощью электронно-вычислительных машин;

сейсмическое профилирование (МРНП, МОВ и КМПВ) между соляными куполами;

бурение параметрических скважин глубиной до 5000 *м;*

бурение поисковых скважин максимальной глубины в наиболее оптимальных условиях на подготовленных к поисково-разведочному бурению обращенных структурах с целью установления нефтегазоносных горизонтов в осадочном комплексе;

поиски и разведка залежей по всей площади межкупольной обращенной структуры.

Дальнейшее повышение эффективности геологоразведочных работ на соляных и обращенных структурах будет определяться применением новых геофизических методов и совершенствованием уже известных, широко используемых в настоящее время.

УДК 551.247

# О СООТНОШЕНИИ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ В ПРОГИБАХ, РАЗДЕЛЯЮЩИХ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫЕ ПОДНЯТИЯ, И ИСТОРИИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

*Р. И. АНДРЕЕВА, Ц. М. ГДАЛЕВСКАЯ, В. Г. ЧАЙКА*
*(Киев, Киевская экспедиция УкрНИГРИ)*

На территории Днепровско-Донецкой впадины основные разведанные запасы нефти и газа сосредоточены в антиклинальных поднятиях. Число их, однако, не бесконечно и перспективы открытия новых форм такого типа с каждым годом сужаются. Поэтому целесообразно подвергнуть детальному изучению прогибы, в которых могут быть залежи нефти и газа, приуроченные к структурам не антиклинального типа. В связи с ограниченным числом буровых скважин ведущее значение в данном случае имеют материалы сейсморазведки.

В результате обобщения и повторного пересмотра сейсмических и буровых данных (Андреева и др., 1965; Турчаненко и др., 1968) составлены крупномасштабные сейсмогеологические и палеоструктурные карты, содержащие значительную геологическую информацию о соотношении структурных планов и истории геологического развития структур. Благодаря этому представилась возможность уловить некоторые характерные черты геологического строения прогибов в мезозойском (мел — верхняя пермь) и верхнепалеозойском (нижняя пермь — верхний карбон) структурных этажах, а также прийти к заключению, что несогласия в рассматриваемых комплексах пород обусловлены влиянием соляного тектогенеза и региональным изменением мощности краматорской свиты нижней перми.

Детальное сопоставление сводных структурных сейсмогеологических карт по мезозойскому и верхнепалеозойскому этажам позволяет выделить три типа прогибов — сквозные, смещенные и погребенные.

Группа сквозных прогибов сравнительно малочисленна. Они территориально удалены от влияния активного предпозднепермского соляного тектогенеза. Самыми типичными их представителями являются Валковский и Кобзевский прогибы. История последовательного развития сквозных прогибов наиболее полно раскрывается при рассмотрении палеоструктурных карт.

Палеоструктурные карты нижнепермского горизонта, отражающего развитие верхнепалеозойского структурного этажа, показывают, что к предпозднепермскому времени эти прогибы уже существовали. Их местоположение и конфигурация по слоям нижней перми на всем протяжении вплоть до современной эпохи существенно не изменялась.

Иным было поведение верхнепермского горизонта, отражающего развитие мезозойского структурного этажа. В предтриасовое время на месте Кобзевского нижнепермского прогиба наблюдался моноклинальный подъем слоев к югу. В предъюрское и особенно предмеловое время прогиб снова формировался и в предчетвертичном периоде принял очертания, близкие к современным.

Развитие сквозных прогибов, таким образом, не было строго унаследованным во все периоды их формирования, что необходимо учитывать при поисках стратиграфических, литологических и тектонически экранированных нефтегазовых залежей.

Большинство прогибов Днепровско-Донецкой впадины относится к типу с м е щ е н н ы х.

Неоднотипность строения мезозойских и верхнепалеозойских структурных планов заключается в существенном смещении центральных частей прогибов (от 4,5 до 7 *км*), а также в различном простирании изогипс. Центральные части смещенных прогибов в отложениях нижней перми расположены вблизи наиболее мощных предпозднепермских диапиров. Направление изогипс нижней перми зачастую близко к меридиональному, что не отвечает господствующему северо-западному простиранию пород в Днепровском грабене. Наложенные мезозойские прогибы характеризуются преимущественно обычной северо-западной ориентировкой и размещены они почти симметрично с антиклинальными зонами, включающими отдельные солянокупольные поднятия.

Развитие смещенных прогибов по нижнепермскому горизонту было довольно устойчивым. К предпозднепермскому времени сравнительно крупные нижнепермские прогибы уже существовали, и вплоть до современной эпохи местоположение их и конфигурация существенно не изменялись.

Иная картина наблюдается по горизонтам верхней перми. Уже в предтриасовое время центральные части нижнепермских прогибов были погребены под крыльями активно растущих солянокупольных поднятий. На палеоструктурных картах предтриасового, предъюрского и предмелового времени видна неустойчивость местоположения и конфигурации прогибов. К предтретичному времени обнаруживается тенденция к симметричному их положению относительно окружающих соляных куполов.

Типичным представителем полностью п о г р е б е н н ы х отрицательных структурных форм является Северо-Машевская нижнепермская мульда. По структурным планам нижней перми и карбона эта мульда выражена очень четко, между тем как во всех структурных планах мезозойского этажа она не выделяется. На месте нижнепермской мульды расположено обширное крыло Машевского соляного купола.

Показательна история развития погребенных мульд.

К предпозднепермскому времени Северо-Машевская мульда была уже отчетливо выражена и по горизонтам нижней перми развивалась устойчиво вплоть до современной эпохи. По подошве верхней перми к началу триасового времени она оказалась погребенной под северным крылом Машевского мезозойского соляного купола. В предъюрский и предмеловой периоды по отложениям верхней перми намечаются слабовыраженные прогибы, очертания которых не совпадают с нижнепермской мульдой. В предтретичное время она вновь исчезает.

На южном склоне мульды, вблизи области, примыкающей к соляному штоку, открыты промышленные скопления газа в породах картамышской свиты нижней перми и араукаритовой свиты верхнего карбона. Это дает основание надеяться на то, что верхнепалеозойские отложения в других аналогичных структурных условиях тоже газоносны.

В нижнепермских прогибах трех указанных генераций наблюдаются крутые склоны с трансгрессивным залеганием хемогенных отложений нижней перми на различных горизонтах картамышской свиты и несогласным залеганием глинистых осадков пересажской свиты верх-

ней перми на разновозрастных слоях нижней перми. В сквозных прогибах на склонах, обращенных к краевым частям грабена, прослеживается зона выклинивания хемогенных образований нижней перми. В рассматриваемых областях отмечаются также тектонические разрывы, которые необходимо трассировать более детально. Все это создает предпосылки для поисков в таких условиях стратиграфических, литологических, тектонически экранированных залежей нефти и газа.

## ЛИТЕРАТУРА

Андреева Р. И., Гдалевская Ц. М. и др. — В кн.: «Материалы по геологии и нефтегазоносности Украины». М., «Недра», 1965.

Андреева Р. И., Гдалевская Ц. М., Марченко А. П., Чайка В. Г.— В кн.: «Материалы по геологии и нефтегазоносности Украины». М., «Недра», 1968.

Турчаненко Н. Т., Каледин Г. И., Пуздровский Е. П., Митягин Ю. А., Ивашко Г. Е., Лебедь Н. С. — В кн.: «Геофизические исследования на Украине». Киев, «Наукова думка», 1968.

УДК 551.24

# ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ В СВЕТЕ НОВЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*К. Ф. ЗНАМЕНСКАЯ,*

*(Москва, Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина)*

В лаборатории по изучению эффективности и направления геологопоисковых работ на нефть и газ в солянокупольных областях проводятся исследования связи между различными видами трансформированного аномального поля силы тяжести и поверхностями раздела в земной коре. Для того чтобы выяснить влияние глубинных факторов на гравитационное поле Припятской впадины, была произведена трансформация наблюденного поля в верхнее полупространство на плоскости $Z=6$ *км*, $Z=10$ *км*, $Z=20$ *км* и $Z=30$ *км*. Вычисления производили на ЭВМ «Стрела-4». Для этого использовали программу, составленную лабораторией обобщения геофизических материалов МГУ (Володарский и др., 1962).

По характеру строения трансформированного поля на всех плоскостях пересчета, во впадине можно выделить следующие зоны (рис.).

Региональные гравитационные ступени: северная *(А—А)*, южная *(Б—Б)*, восточная *(В—В)*,

Зональные минимумы: Шатилковский (I) и Ельский (II) (при пересчете на высоте $Z=20$ *км* и $Z=30$ *км* выделяется единый Припятский минимум).

Зоны абсолютного (Микашевичского — *2*) и относительного (Наровлянско-Буйновичского — *5*) максимумов.

Ниже дается характеристика перечисленных зон и их геологическое истолкование.

**Региональные гравитационные ступени.** Северная и южная гравитационные ступени прослеживаются на значительных расстояниях и выражены сгущением изолиний поля, линейно-вытянутых в широтном направлении. Они отражают переход от Белорусского (*3*) и Украинского *(4)* относительных максимумов, соответствующих Белорусской антеклизе и Украинскому щиту, к обширной отрицательной Припятской аномалии, отвечающей наиболее погруженной части впадины. Восточная гравитационная ступень представляет собой полосу интенсивного сгущения изолиний преобразованного поля шириной 15—20 *км* меридионального простирания. Она отделяет обширный Черниговский максимум (*1*) от Припятского минимума (Знаменская и др., 1969). Природа таких ступеней объясняется (Борисов, 1967) краевыми зонами разломов земной коры типа глубинных сбросов, которые характеризуются длительностью и многофазностью развития и большой глубиной заложения.

Кроме указанных региональных ступеней выделяются дополнительные местные гравитационные ступени. Они связаны с обособлением внутри единой Припятской зоны Шатилковского и Ельского минимумов и разделяющего их Наровлянско-Буйновичского максимума.

Аномалии подобного типа свойственны региональным межзональным разломам (Балабушевич, 1958). Они, видимо, имеют различную глубину, время заложения, протяженность и направление (субширотное, северо-западное и юго-восточное). Их образование можно связать с герцинским циклом орогенеза, когда наиболее интенсивно опускался кристаллический фундамент вдоль зон основных глубинных сбросов, ограничивающих впадину.

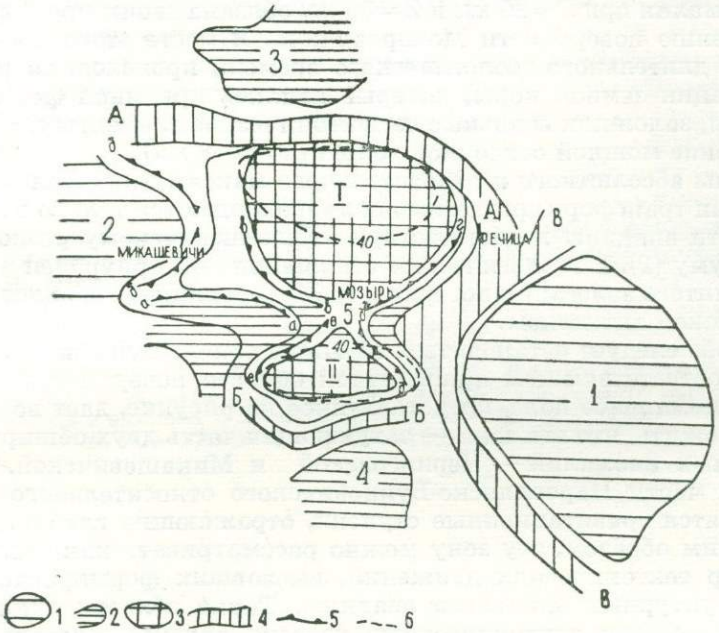



**Схема распределения аномальных значений при высоте пересчета** $Z=6$ *км*. *1* — абсолютные максимумы: 1 — Черниговский, 2 — Микашевичский; *2* — относительные максимумы трансформированного поля: 3 — Белорусский, 4 — Украинский, 5 — Наровлянско-Буйновичский; *3* — абсолютные минимумы: I — Шатилковский, II — Ельский; *4* — региональные гравитационные ступени: *А — А* — Северная, *Б — Б* — Южная, *В — В* — Восточная; *5* — местные гравитационные ступени: *а — а* — Туровско-Сколодинская, *б — б* — Микашевичская, *в — в* — Петриковско-Шестовичская, *г — г* — Василевичская, *д — д* — Наровлянская, *е — е* — Буйновичская; *6* — изолинии глубин поверхности Мохоровичича, *км*.

**Зональные минимумы.** Вдоль северной и южной гравитационных ступеней при $Z=6$ *км* и $Z=10$ *км* прослеживаются Шатилковская (северная) и Ельская (южная) зоны наибольших отрицательных значений трансформированного поля. Простирание этих областей совпадает с ориентировкой названных выше гравитационных ступеней. Каждой зоне свойственно свое гравитационное поле.

Шатилковский минимум представляет собой зону длиной около 200 *км* и шириной до 90 *км*. Наибольшая интенсивность аномалий отмечается в центральной его части. В северном, восточном и юго-западном направлениях значения трансформированного поля постепенно сменяются на положительные.

Ельский минимум протягивается полосой шириной 15—30 *км* вдоль южной гравитационной ступени. Размеры его по длинной оси бо-

лее 100 *км*. Наибольшие отрицательные значения аномального поля приурочены к центральной части минимума.

Сопоставление выделенных аномалий со схемой структуры земной коры территории БССР, составленной по данным Ж. П. Хотько (1966) и А. А. Борисова (1967), показало, что Шатилковская и Ельская отрицательные аномалии связаны с двумя самыми погруженными областями поверхности Мохоровичича, оконтуренными изолиниями — 40 *км*. Можно также сделать вывод о том, что единая Припятская отрицательная аномалия при $Z=20$ *км* и $Z=30$ *км* обязана своим происхождением погружению поверхности Мохоровичича. В месте этого прогибания в течение длительного геологического времени происходили разломные деформации земной коры, которые явились причиной формирования впадины, заложили основные ее тектонические элементы и обусловили накопление мощной осадочной толщи (до 7—8 *км*).

**Зоны абсолютного и относительного максимумов.** Положительные аномалии трансформированного поля наблюдаются только в юго-западной части впадины и соответствуют Микашевичскому региональному максимуму (*2*). В геологическом отношении он приурочен к области приподнятого залегания поверхности Мохоровичича на пологом склоне Белорусской антеклизы.

Особо следует остановиться на Наровлянско-Буйновичском максимуме, соответствующем приподнятой области поверхности Мохоровичича. Аномальное поле, представленное на рисунке, дает возможность предположить, что эта зона — затухающая часть двух обширных положительных аномалий — Черниговской и Микашевичской. К центральной части Наровлянско-Буйновичского относительного максимума сходятся гравитационные ступени, отражающие глубинные разломы. Таким образом, эту зону можно рассматривать как своеобразный эпицентр тектонических движений, вызвавших формирование основных структурных элементов впадины. Такие области одни исследователи называют тектоническими узлами, другие — швами, разделяющими блоки с существенно различным внутренним структурным планом.

Для выяснения влияния на гравитационное поле Припятской впадины внутренней структуры и рельефа фундамента был произведен пересчет наблюденного поля во вторые производные гравитационного потенциала ($W_{zz}$) вверх на различные уровни: $Z=0$, 1, 2, 3 *км* (Володарский и др., 1962) и установлены статистические зависимости между глубинами залегания фундамента по данным бурения, сейсморазведки КМПВ, МОВ, МРНП и полем аномалий $W_{zz}$. Наибольшим коэффициент корреляции оказался при использовании аномальных значений $W_{zz}$, пересчитанных на высоту $Z=1$ *км* ($K=0{,}75$). Видимо, при $Z=0$ на характер поля больше влияет осадочная толща, а при $Z=2$ *км* и более — глубинные факторы внутри фундамента.

В северной области наблюдается чередование узких положительных и отрицательных структур, вытянутых в широтном направлении. Они имеют слабо выраженные южные борта и развитые северные.

В центральной области расположены отрицательная Копаткевичская и положительная Центральная (III) структуры, для которых характерны симметричное строение бортов и широтное простирание.

В южной области простирание структур различное (широтное, северо-западное и юго-восточное); у них развиты южные и слабо выражены северные борта.

Все структуры системой разломов, близких к меридиональным, делятся на отдельные блоки. В северной и центральной областях впа-

дины, как правило, выделяются три крупных блока: восточный — наиболее погруженный, центральный и западный — приподнятые. В южной области только Козырская структура разбита на два блока: восточный — погруженный и западный — приподнятый. В северной области впадины отмечаются большие перепады глубин залегания поверхности фундамента, повышенные мощности литологических комплексов и сильная их нарушенность. В южной области глубины залегания поверхности фундамента меньше, и соответственно снижаются мощности отдельных литологических комплексов, а дизъюнктивные нарушения здесь менее развиты.

Таким образом, в пределах впадины намечаются три глубинные области: северная, центральная и южная, которые, по-видимому, относятся к основным крупным структурным элементам.

## ЛИТЕРАТУРА

Балабушевич И. А. — Труды ИГН АН БССР, вып. 1. Минск, 1958.

Борисов А. А. Глубинная структура территории СССР по геофизическим данным. М., «Недра», 1967.

Володарский Р. Ф., Аронов В. И., Дьяков Е. Г., Шариков В. И. Применение электронно-счетных машин для интерпретации гравитационных и магнитных аномалий. М., Гостоптехиздат, 1962.

Знаменская К. Ф., Каламкаров Л. В., Мартовский Г. В., Тумилович Н. И. — В сб.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений в солянокупольных областях в пределах СССР». М., «Недра», 1969.

Хотько Ж. П. — «Докл. АН БССР», 1966, т. X, № 3.

УДК 551.734.5:552.53+551.247.035

# ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ФАМЕНСКОЙ СОЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ СЕВЕРНОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР

*В. З. КИСЛИК, Ю. И. ЛУПИНОВИЧ, Э. А. ВЫСОЦКИЙ*

*(Минск, Институт геологических наук)*

В разрезе галогенной формации северной зоны, как и на остальной территории Припятской впадины, выделяется нижняя соленосная толща евлановско-ливенского возраста, межсолевая — задонско-елецкого и верхняя — елецко-лебедянско-данковского.

Верхняя соленосная толща, обусловившая проявление соляного тектогенеза, широко распространена в северной зоне Припятской впадины. На крайнем западе зоны она замещается глинисто-мергелистыми, карбонатно-сульфатными и терригенными осадками (Лупинович и др., 1969). На востоке, в районе Брагинского выступа кристаллического фундамента, соленосные отложения, вероятно, сменяются эффузивно-осадочными образованиями (Махнач и др., 1966). Мощность верхней соленосной толщи колеблется от нескольких десятков метров в краевых частях Старобинского месторождения до 3200 *м* и более на Первомайской площади. В сводовых частях большинства положительных структур наблюдается увеличение мощности толщи. В ее разрезе обособляются две подтолщи: нижняя — галитовая, или некалиеносная, и верхняя — глинисто-галитовая, или калиеносная (Познякевич, 1964). Подтолщи четко различаются по степени соленасыщенности, литологическому составу пород, интенсивности проявления соляной тектоники.

На контакте галитовой подтолщи и межсолевых отложений на Осташковичской, Давыдовской и Вишанской структурах авторами выделена переходная пачка преимущественно ангидритового состава, которая покрывает глинисто-карбонатную пачку межсолевой толщи. На Тишковской, Первомайской, Восточно-Первомайской Шатилковской и других структурах галитовая подтолща залегает непосредственно на глинисто-карбонатной пачке. Мощность переходной (ангидритовой) пачки в разрезах отдельных скважин превышает 100 *м*.

Галитовая подтолща обычно сложена каменной солью с прослоями несоляных пород мощностью от нескольких до 20—30 *м*. Несоляные пачки мощностью больше 30 *м* встречаются редко. Соленасыщенность разреза галитовой подтолщи высокая — обычно 85—96%. Каменная соль представлена чистыми разностями. Структура ее разнозернистая.

Пачки несоляных пород галитовой подтолщи состоят из известняков, ангидритов, доломитов, карбонатно-сульфатных и сульфатно-карбонатных пород. Мергели и глины имеют подчиненное значение. Вещественный состав несоляных пород близок к составу отложений межсолевой толщи.

В галитовой толще, где сильно проявилась соляная тектоника, выделить геофизические реперы невозможно, поэтому детальная кор-

реляция разрезов галитовой подтолщи в большинстве случаев затруднена или проводится неуверенно.

Калиеносная подтолща сложена закономерно чередующимися пачками соляных и несоляных пород мощностью от нескольких до 30—40 *м*. Соленасыщенность разреза калиеносной подтолщи изменяется от 25—30 до 45—65%.

В направлении с юга на север разрез калиеносной подтолщи значительно обогащается терригенно-карбонатным материалом, что связано с палеогеографической обстановкой седиментации и сносом континентальными водами глинистого материала с южного склона Белорусско-Литовского массива.

Каменная соль калиеносной подтолщи представлена более интенсивно окрашенными разностями. В некоторых пачках каменной соли присутствуют слои, пласты и горизонты калийных солей (сильвинит и реже карналлит).

Среди несоляных пород калиеносной подтолщи преобладают глины, мергели, известняки и доломиты. Сульфатные породы, песчаники и алевролиты мало распространены. При этом сульфатные отложения встречаются в нижней части разреза подтолщи, а обломочные — в верхней. На востоке северной зоны Припятской впадины в разрезе верхней соленосной толщи присутствуют вулканогенно-осадочные образования. Несоляные породы калиеносной подтолщи тяготеют по своему составу к глинисто-мергелистым отложениям надсолевого девона.

В разрезе калиеносной подтолщи по данным промыслово-геофизических исследований авторами выделены ритмопачки различного строения и соленасыщенности мощностью от 100 до 450 *м*. Ритмопачки расчленены на пачки (15—30 *м*), пласты (5—15 *м*) и слои (минимальной мощностью до 1 *м*). В наиболее полных разрезах калиеносной подтолщи насчитывается десять ритмопачек, обозначенных римскими цифрами — с I по X (Березинская площадь), на Шатилковской — девять, на Осташковичской — восемь.

В сводах локальных поднятий восточной части зоны калиеносная подтолща или отсутствует (Речицкая, Тишковская, Первомайская, Осташковичская и другие структуры) или представлена нижними (I—III) ритмопачками. На западе в связи со слабым проявлением соляного тектогенеза в сводовых частях структур сохраняется большая часть разреза подтолщи (I—VII ритмопачки).

Строение и состав фаменской соленосной толщи свидетельствуют о том, что галитовая подтолща откладывалась в относительно глубоководном бассейне (Лупинович и др., 1969). При этом в солеродный водоем периодически поступали воды нормального морского водоема. В период образования калиеносной подтолщи водоем сильно обмелел и почти полностью изолировался от бассейна нормальной солености. В нем неоднократно создавались условия для садки калийных солей. Соленакопление периодически прерывалось из-за поступления в водоем континентальных вод, смывавших со склонов Белорусско-Литовского массива терригенный материал.

Разделение верхней соленосной толщи на подтолщи, корреляция их разрезов на изучаемых площадях и в пределах всей впадины раскрывают новые возможности не только для установления закономерностей строения толщи в целом, но и для понимания особенностей проявления соляного тектогенеза.

В настоящее время установлено, что в соляном тектогенезе участвует не вся соленосная толща, а преимущественно ее нижняя часть —

галитовая подтолща (Конищев, 1968). Анализ мощностей верхней соленосной толщи на Тишковской, Осташковичской, Давыдовской и других структурах показывает, что суммарное увеличение мощности соленосной толщи в своде поднятий бывает незначительным. Так, на Осташковичском поднятии мощность верхней соленосной толщи колеблется от 1628 (скважина Р-3) до 2075 *м* (скважина Р-2). Разница в мощностях составляет 447 *м*. Мощность галитовой подтолщи в этих же разрезах изменяется от 298 (скважина Р-3) до 2075 *м* (скважина Р-2), а перепад мощностей в таком случае достигает 1777 *м*.

Приведенный пример достаточно ярко свидетельствует, во-первых, о том, что проявления соляного тектогенеза наблюдаются в галитовой подтолще, во-вторых, что глинисто-галитовая подтолща значительно компенсирует перераспределение соляных масс галитовой подтолщи.

Анализ разрезов калиеносной подтолщи показывает, что в скважинах, пробуренных в сводовых частях поднятий, мощности несоляных и особенно соляных пачек очень уменьшены. Это обусловлено, с одной стороны, конседиментационным ростом структур, с другой — возможным оттоком соляных масс калиеносной подтолщи в результате воздействия на нее снизу активной галитовой подтолщи.

При сопоставлении ритмопачек и пачек калиеносной подтолщи вдоль зон поднятий установлено, что в присводовых скважинах или вблизи регионального разрывного нарушения из разреза подтолщи выпадают различные по мощности интервалы. Обнаружено также, что мощности этих интервалов связаны прямой зависимостью с амплитудой разрывного нарушения.

Выпадение значительных по мощности интервалов калиеносной подтолщи подтверждает мнение о том, что разрывные нарушения большой амплитуды местами пересекают всю верхнюю соленосную толщу, а иногда и лежащие выше отложения (Горелик и др., 1968).

Приведенные данные позволяют предположить влияние на развитие соляных структур дифференцированных тектонических движений разного порядка. Поэтому наряду с существованием региональных субширотных нарушений второго порядка можно допустить наличие в межсолевых и подсолевых отложениях субмеридиональных нарушений третьего порядка, обусловивших развитие крупных локальных структур типа Речицкой, Тишковской. Осташковичской, Давыдовской, Вишанской и др. Возникновение и развитие более мелких куполов на этих структурах может быть связано с малоамплитудными погружениями четвертого порядка в межсолевых осадках.

## ЛИТЕРАТУРА

Горелик З. А., Айзберг Р. Е., Синичка А. М., Анцупов П. В., Макаревич В. Н. Современная структура и история тектонического развития Припятской впадины. Минск, «Наука и техника», 1968.

Конищев В. С. — В кн.: «Материалы Второй научной конференции молодых геологов Белоруссии». Минск, «Наука и техника», 1968.

Лупинович Ю. И., Кислик В. З., Зеленцов И. И. — В кн.: «Геология и петрография калийных солей Белоруссии». Минск, «Наука и техника», 1969.

Махнач А. С., Корзун В. П., Курочка В. П., Лапуть В. А., Урьев И. И., Шевченко Т. А. Литология и геохимия девонских отложений Припятского прогиба в связи с их нефтеносностью. Минск, «Наука и техника», 1966.

Познякевич З. А. — В кн.: «О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Припятской впадины». М., изд. ЦНИИТЭнефтегаз, 1964.

УДК 551.247:553.981'982

# ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР ИРКУТСКОГО АМФИТЕАТРА, ПРИПЯТСКОЙ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИН

*В. И. КАРАСЕВА*

*(Минск, Институт геологических наук)*

Геолого-геофизические материалы солянокупольных областей свидетельствуют о том, что в каждом таком регионе существуют определенные взаимоотношения структурных форм, возникновение которых тесно связано с общетектоническими процессами. Подтверждением этого является то, что в ряде районов положительные соляные структуры располагаются строго согласованно с основными тектоническими элементами солянокупольной области. Так, в северо-восточной части Иркутского амфитеатра (Приленский нефтегазоносный район) в надсолевых отложениях выделяются линейно-вытянутые структуры первого порядка — сложные валы и мегавалы строго выдержанного северо-северо-восточного и северо-восточного простирания, параллельного краю платформы. Эти структуры располагаются соответственно ориентировке разломов кристаллического фундамента. Такое же размещение соляных поднятий наблюдается в Припятской впадине.

Несколько труднее улавливается эта закономерность в солянокупольных областях изометричного очертания (Прикаспийская впадина). Отсутствие четкой ориентировки структур здесь объясняется различно направленными тектоническими движениями.

Геологическое строение и морфология соляных поднятий различных солянокупольных регионов свидетельствуют о том, что характер и формы проявления соляной тектоники в значительной степени зависят от тектонической природы солянокупольной области и ее тектонической активности.

Соляные структуры Припятской впадины, представленные брахиантиклиналями и куполами, нередко образуют соляные валы, простирание которых согласуется с ориентировкой тектонических элементов впадины. Брахиантиклинали часто характеризуются асимметричным строением, а по залеганию соляного ядра являются криптодиапировыми и криптодиапироидными структурами.

В Прикаспийской экзогональной платформенной впадине (Журавлев, 1964) выделяются соляные вздутия и столбы различной высоты и разнообразных структурных форм. Здесь встречаются купола, не прорывающие и прорывающие надсолевые отложения. В центральной части впадины развиты купола-гиганты, а в прибортовых районах — в основном соляные антиклинали, вытянутые параллельно бортовому уступу.

В Иркутском амфитеатре наблюдается резкое различие форм соляной тектоники в северо-восточной краевой части (Приленский район), имеющей наибольшую тектоническую активность, и на южной, более стабильной территории. Так, в Приленском районе соляные валы явля-

ются линейно-вытянутыми структурами. На больших расстояниях они параллельны друг другу, характеризуются резко асимметричной формой и большими амплитудами поднятия. В южной части амфитеатра расположены структуры со слабым проявлением пластических деформаций.

Фактический материал, имеющийся по рассматриваемым соляно-купольным областям, убеждает нас в том, что образование соляных структур связано с регионально-тектоническими процессами солянокупольной области. Возникающая при этом разница давлений в некоторых регионах (Припятская и Прикаспийская впадины) повышается за счет гравитационных сил.

В связи с тем, что соляные массивы в Припятской впадине располагаются преимущественно над участками приподнятых блоков фундамента, где надсолевые отложения имеют наименьшую мощность, значительно увеличивающуюся в сторону погруженных блоков фундамента, мы считаем, что соляные структуры формировались здесь вследствие неравномерного погружения отдельных блоков фундамента при интенсивном прогибании впадины в позднем девоне — раннем карбоне. Соль в опускающихся блоках попадала в области высоких температур и давления и выжималась в участки пониженных напряжений, находящихся в приподнятых блоках, где развивались соляные поднятия.

Образование соляных структур в Прикаспийской впадине, по нашему мнению, связано с тектоническими дифференцированными и общими колебательными движениями фундамента. Кроме того, для Прикаспийской и Припятской впадин мы признаем влияние гравитационного фактора, являющегося вторичным по отношению к тектоническому.

Как известно, в Припятской впадине и Иркутском амфитеатре в осадочном комплексе пород присутствуют соответственно две и три соленосных толщи, разделенные межсолевыми отложениями. Возраст соленосных пород в Иркутском амфитеатре нижнекембрийский (усольская и ангарская свиты, верхнебельская подсвита), в Припятской впадине — верхнедевонский (ливенский и елецко-лебедянский горизонты).

При наличии двух и более соленосных толщ процессы соляной тектоники могут происходить в каждой соленосной толще. Иногда пластические деформации охватывают не все соленосные комплексы, что зависит от глубины их залегания, интенсивности сил, вызывающих соляную тектонику, количества и мощности несолевых прослоев и т. д. Пластические перемещения лежащих выше соляных масс находятся в зависимости от дислокаций внутри лежащей ниже соленосной толщи, а не от движений подсолевого ложа. Соляные массивы, возникающие в верхней соленосной толще, в плане нередко смещены относительно соляных поднятий нижней соленосной толщи. Однако такое взаимодействие соляных толщ характерно только для тех структур, где межсолевые отложения не прорваны нижним соленосным комплексом. В противном случае обе соленосные толщи смешиваются, и образуются единые соляные массивы. Так сформировались соляные поднятия на Речицкой, Осташковичской, Давыдовской, Тишковской и некоторых других площадях Припятской впадины.

Исходя из закономерностей формирования соляных структур в Припятской впадине и Иркутском амфитеатре, можно объяснить, почему в одних случаях при проявлении пластических деформаций в соленосных толщах соляной массив прорывает межсолевые отложения (Припятская впадина), а в других — лишь приподнимает (Иркутский амфитеатр). По нашему мнению, это связано с тем, в каких региональ-

но-тектонических условиях зарождаются соляные поднятия. Как указывалось, соляные структуры в Припятской впадине, на наш взгляд, образовывались преимущественно при интенсивном прогибании впадины в позднем девоне — раннем карбоне, т. е. в наиболее активный период формирования впадины, когда тектонически она развивалась как грабен. При интенсивном погружении территории вследствие неравномерного прогибания толщи пород возникают региональные разломы, являющиеся в данный момент тектонически наиболее ослабленными зонами, так как при общем прогибании впадины толща пород растягивается. Именно в этот период развития впадины существовали самые благоприятные обстоятельства для проявления соляного тектогенеза: большие температуры, значительный перепад давлений и зоны ослабленных напряжений. Естественно, что в таких условиях наиболее легкими путями для внедрения соли служат тектонические нарушения.

В Иркутском амфитеатре соляной тектогенез отмечается при общем поднятии территории, вследствие чего в осадочной толще пород возникают сжимающие напряжения. При этом существовавшие ранее разломы запечатываются, ослабленные зоны уплотняются и, естественно, межсолевые отложения не прорываются, а лишь приподнимаются, облекая растущий соляной массив, и передают избыточные напряжения лежащей выше соленосной толще, которая реагирует на них пластическими деформациями.

Таким образом, в результате существующего многообразия форм соляной тектоники для выяснения причин и закономерностей проявления пластических деформаций соленосных толщ в каждом регионе необходимо тщательно изучить его тектонику, соотношения соляных поднятий с остальными структурными формами региона в разрезе и плане, геологические условия и геотектонический режим территории.

Как показывают данные о нефтегазоносности Иркутского амфитеатра, Припятской и Прикаспийской впадин, газонефтяные залежи в их пределах формировались в два этапа: первый характеризовался образованием залежей в поднятиях, возникших до проявления пластических деформаций; на втором этапе вследствие процессов разрывной и соляной тектоники наблюдалось перераспределение существующих нефтегазоносных залежей и образование новых в ловушках, возникших при пластических деформациях соляных масс.

При выборе методики нефтепоисковых и нефтеразведочных работ в каждой солянокупольной области должны учитываться конкретные геолого-тектонические условия. Для Иркутского амфитеатра и Припятской впадины наиболее перспективными являются подсолевые, солевые и межсолевые отложения. Кроме того, в Припятской впадине при определенных условиях могли формироваться промышленные залежи и в надсолевых осадках. В Прикаспийской впадине основные перспективы нефтегазоносности связываются с надсолевыми и подсолевыми отложениями.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзенштадт Г. Е.-А. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур. Киев, «Наукова думка», 1966.

Журавлев В. С. — В сб.: «Деформация пород и тектоника». М., «Наука», 1964.

Хаин В. Е. — «Бюллетень МОИП», отдел геол., 1938, т. 16/21.

Эвентов Я. С., Соколин Х. Г. — В сб.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.247.031

# ОСОБЕННОСТИ СОЛЯНОГО ТЕКТОГЕНЕЗА В ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЕ

*В. Н. МАКАРЕВИЧ*

*(Гомель, Разведочный трест буровых работ)*

В Припятской впадине, являющейся северо-западной частью Днепровско-Припятского авлакогена, известны две верхнедевонские галогенные формации: нижняя — франского яруса (ливенский горизонт) и верхняя — фаменская (елецко-лебедянский горизонт), разделенные в большинстве случаев фаменскими (задонско-елецкий горизонт) преимущественно карбонатными отложениями. Кроме того, галогенные образования незначительной мощности встречаются в отложениях наровского горизонта среднего девона.

Нижняя галогенная формация имеет ритмичное строение. В основании ритмов залегают карбонатно-глинистые породы, в верхней части — каменная соль.

Структурный план поверхности ливенской соленосной толщи, как правило, совпадает со структурным планом подсолевого ложа, в связи с чем их объединяют в один структурный ярус, для которого характерно моноклинальное залегание маркирующих горизонтов, образующих в составе Припятской впадины структуры второго порядка — моноклинальные ступени, ограниченные региональными разломами субширотного простирания. Тщательное изучение строения нижней соленосной формации показывает, что она не затронута или весьма незначительно затронута соляным тектогенезом. В крайней восточной части Припятской и смежных районах Днепровско-Донецкой впадин франская соленосная формация отсутствует. Между заведомо задонскими (межсолевыми) и евлановскими подсолевыми отложениями здесь залегает вулканогенная формация, что позволяет относить ее к ливенскому горизонту.

Верхняя соленосная формация в отличие от описанной выше охвачена соляной тектоникой. В Припятской впадине в настоящее время известно более 80 соляных поднятий, образованных верхней соленосной формацией, 25 из которых в большей или меньшей степени изучены бурением. Верхняя (фаменская) соленосная формация состоит из двух подтолщ (Макаревич, 1964; Познякевич, 1964).

Нижняя (галитовая) подтолща, относящаяся к елецкому горизонту, представлена преимущественно каменной солью. Мощность ее в большинстве случаев существенно изменяется, резко увеличиваясь в сводовых частях соляных поднятий. Толща характеризуется большими углами падения пород, иногда поставленных «на голову».

Верхняя (глинисто-галитовая) подтолща образовалась в лебедянское время и имеет ритмичное строение, обусловленное закономерным чередованием каменной соли и несолевых пород. Эта подтолща хорошо коррелируется на значительной площади Припятской впадины. Она отсутствует зачастую в сводовых частях четко выраженных соляных структур и широко развита на их крыльях. Кое-где она примыкает к

соляному телу, образованному нижней галитовой подтолщей. Указанные обстоятельства свидетельствуют о том, что соляному тектогенезу подверглась лишь галитовая подтолща фаменской соленосной формации.

Ранее нами в Припятской впадине было выделено два типа соляных структур (Макаревич, 1964).

1. Структуры, сформировавшиеся в результате тектонических движений расчлененных блоков кристаллического фундамента и перекрывающих его отложений без участия соляной тектоники или при весьма слабом ее воздействии. К структурам такого типа относятся Буйновичская, Червонослободская, Петриковская, Стреличевская.

Отсутствие здесь проявлений соляного тектогенеза, с одной стороны, связано с тем, что галитовая подтолща опущенных блоков была погружена на значительную глубину в конце соленакопления и оказалась экранированной вдоль разлома породами фундамента и подсолевых отложений. С другой — отсутствие в разрезе галитовой подтолщи привело лишь к разрывным дислокациям без участия соляного тектогенеза.

2. Структуры, в образовании которых наряду с тектоническими движениями блоков существенную роль играла соляная тектоника. В Припятской впадине большинство структур относится к этому типу. Они представляют интерес потому, что именно на площадях таких структур в межсолевых и подсолевых отложениях верхнего девона открыты месторождения нефти. Их характерной особенностью является то, что, как и в Днепровско-Донецкой впадине, подъем соляного тела установлен до определенного стратиграфического уровня. По этому признаку выделяются следующие основные подтипы соляных структур Припятской впадины: предлебедянские, предверхнепермские, предтриасовые и предъюрские.

Предлебедянские структуры по маркирующему горизонту (поверхность галитовой подтолщи елецкого возраста) представляют собой сравнительно пологие брахиантиклинальные либо куполовидные поднятия. В сводовых частях их мощность галитовой подтолщи несколько увеличивается по сравнению с крыльевыми.

Галитовая подтолща сводовых частей предверхнепермских структур перекрыта брекчией (кепроком), на которой залегают верхнепермские образования.

В Припятской впадине по степени активности соляной тектоники предверхнепермские структуры разделяются на активные и деградирующие. Во вторых наблюдаются увеличенные мощности пермско-триасовых отложений над соляным куполом, что обусловлено перерывами в поступлении соляных масс при активных процессах выщелачивания. Предверхнепермскими структурами являются Наровлянская, Речицкая, Тишковская, Ельская, Прудокская и многие другие.

Предтриасовые структуры отличаются от предверхнепермских более активным выражением соляного тектогенеза в связи с оттоком соляных масс не только со стороны того крыла, к которому приурочен региональный разлом, но и с противоположного.

Наиболее четко в рельефе верхней соляной толщи выделяются предъюрские соляные криптодиапиры с ядром протыкания, выведенным на предъюрскую поверхность. Такие структуры представляют собой в большинстве случаев соляные купола с аномально высокой для Припятской впадины мощностью галитовой подтолщи в сводах и глинисто-галитовой — на крыльях. Первая покрывается достаточно мощной брекчией кепрока.

Эти структуры установлены главным образом в северо-восточной прибортовой части Припятской впадины, где происходили интенсивные тектонические движения, была значительная исходная мощность каменной соли, а отток ее со всех сторон протекал более или менее равномерно. Вероятно, развитию соляного тектогенеза способствовали также аномально высокие температуры, отмеченные в этой части впадины. К предъюрским структурам относятся Первомайская, Шестовичская, а также, вероятно, Судовицкая, Кнышевичская и другие.

В крайней восточной части Припятской впадины фаменская соленосная формация отсутствует. Здесь широко развиты вулканогенные толщи, датируемые как елецкие.

Приведенный выше материал позволяет сделать следующие выводы.

Первопричиной соляного тектогенеза в Припятской впадине были тектонические движения блоков фундамента и подсолевого ложа по разломам.

Рост соляных структур, эпохи замедления или полного прекращения его приурочены к определенному времени. Начало роста отнесено к лебедянскому времени, когда накапливалась глинисто-галитовая подтолща, до отложения надсолевого девона (Макаревич, 1964). Об этом, в частности, свидетельствует сокращение отдельных коррелирующихся пачек лебедянской подтолщи к своду. По данным В. С.Конищева (1968), до отложения надсолевых пород некоторые соляные структуры сформировались на 60—75%. Однако рост структур носил скачкообразный характер (непрерывно-прерывистый) и наиболее интенсивно проявился в период региональных подъемов и перерывов в осадконакоплении (в конце фаменского соленакопления, в предверхнепермское, предъюрское, а иногда и в предтриасовое время).

Гравитационный фактор в процессе формирования соляных структур в Припятской впадине не играл существенной роли. Достаточно уверенная корреляция соленосных толщ в Припятской впадине указывает на их седиментацию в едином обширном солеродном бассейне, а связь с разрывными нарушениями и вулканогенными формациями дает основание предполагать, что в эти бассейны в период наиболее интенсивных тектонических движений часть ионов хлора могла поступать с ювенильными водами по разломам.

## ЛИТЕРАТУРА

Конищев В. С. — Материалы Второй научной конференции молодых геологов Белоруссии. Минск, «Наука и техника», 1968.

Макаревич В. Н. — В сб.: «О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Припятской впадины». М., изд. ЦНИИТЭнефтегаз, 1964.

Макаревич В. Н. — В кн.: «Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности БССР», М., «Недра», 1966.

Познякевич З. Л. — В сб.: «О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Припятской впадины». М., изд. ЦНИИТЭнефтегаз, 1964.

Чирвинская М. В., Забелло Г. Д. и др. — В кн.: «Условия образования и особенности нефтегазоносности солянокупольных структур». Киев, «Наукова думка», 1966.

УДК 551.247

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ ГАЛОГЕННОЙ ФОРМАЦИИ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ

*Р. Е. АЙЗБЕРГ, З. А. ГОРЕЛИК, А. М. СИНИЧКА, П. В. АНЦУПОВ, С. Б. ТЫРЫШКИН*

*(Минск, Институт геологических наук, Управление геологии БССР)*

Припятская впадина — один из немногих регионов развития соляно-купольной тектоники, где галогенная формация вскрыта большим количеством скважин на полную мощность. Поэтому можно судить не только о морфологии ее локальных структур (по кровле соли), но и о соотношении структурных планов кровли соли, внутрисолевых и подошвы солевых отложений. Верхнедевонская галогенная формация впадины представлена тремя субформациями: нижней и верхней соленосными, разделенными карбонатно-терригенно-вулканогенной.

Структурный план кровли подсолевых отложений в общем наследует структурные особенности поверхности фундамента. Наиболее важной и характерной чертой строения поверхности фундамента и подсолевых отложений Припятской впадины является их нарушенность тектоническими разломами субширотного и субмеридионального направлений, которые и ограничивают структуры второго и третьего порядка внутри впадины. Определяющее значение имеют субширотные разрывные нарушения амплитудой от 100—200 *м* до 1,5—2 *км*, протягивающиеся в отдельных случаях через всю впадину. Этими нарушениями Припятская впадина расчленяется на сложнопостроенные крупные блоки, наклоненные преимущественно в одном направлении (северном или южном) и именуемые ступенями (Горелик и др., 1968). Ступени, как структуры второго порядка, в одних случаях осложнены горстами и грабенами, в других — залегают моноклинально. В их пределах условно можно выделить приподнятые и опущенные части.

На принципиальное соответствие структурных планов по кровле фундамента и подошве нижней соленосной толщи указывает анализ изменения суммарных мощностей подсолевых девонских отложений (Махнач и др., 1967). Максимальная мощность — до 500—550 *м* — установлена в центральной части впадины, а в западном и восточном направлениях она постепенно уменьшается до 200—100 *м*. Такое изменение мощности подсолевых отложений доказывает, что подсолевое ложе формировалось в условиях относительно спокойного тектонического режима. Сложное, преимущественно блоковое строение современного структурного плана подсолевого ложа создалось после накопления подсолевых отложений.

Анализ мощностей нижней соленосной и межсолевой субформаций, а также закономерности изменения структурных планов по отдельным горизонтам внутри них показывают, что мощности их изменяются вполне закономерно, а структурные планы за некоторым исключением наследуют структурные планы подсолевых отложений и поверхности фундамента. Соль нижней соленосной субформации, по имею-

щимся к настоящему времени материалам, не подвергалась течению и не участвовала в образовании солянокупольных структур.

Своеобразна субформация межсолевых отложений. На крайнем востоке впадины ей соответствуют вулканогенные образования. В центре и на западе она представлена исключительно карбонатными отложениями. На севере, в осевой и особенно южной частях впадины, в межсолевой толще значительное место занимают терригенные прослои. Кровля межсолевой толщи размывается. Мощность толщи изменяется особенно резко (иногда до полного размыва) в приподнятой части тектонических ступеней. Структурный план кровли межсолевых отложений и маркирующих горизонтов внутри межсолевых образований в большинстве случаев различный. Морфология их размытой поверхности в приподнятых частях ступеней и блоков местами близка к морфологии верхней соленосной толщи или почти полностью соответствует ей. Маркирующие одновозрастные поверхности внутри межсолевых образований, как правило, соответствуют структурному плану подсолевого ложа и полностью наследуют присущие ему структурные формы.

Таким образом, тектонический план всей толщи средне-верхнедевонских отложений, подстилающих верхнюю соленосную субформацию, является единым и согласуется с рельефом фундамента. Основное развитие здесь имеют дизъюнктивные дислокации.

Совершенно другие структурные формы наблюдаются по внутрисолевым пропласткам и по кровле верхней соленосной толщи. Детальными исследованиями за последние годы установлено, что верхняя соленосная субформация состоит из двух подтолщ: нижней — галитовой и верхней — глинисто-галитовой. Эти подтолщи по-разному проявили себя в соляном тектогенезе. Мощность галитовой подтолщи резко колеблется на локальных структурах, уменьшаясь от свода к крыльям. Максимальная разница отмечена на Первомайской площади — от 3220 *м* в своде до 850—900 *м* на крыле. Перепады мощности в пределах 1,5—2 *км* обычны для многих солянокупольных структур Припятской впадины. Такие изменения, безусловно, вызваны миграцией — перетоком соли в процессе соляного тектогенеза,— хотя допускается и первоначальное неравномерное распределение мощностей, обусловленное соленакоплением, особенностями соляного седиментогенеза.

Верхняя глинисто-галитовая подтолща ведет себя так же, как и надсолевые отложения. Она подвергалась влиянию солевого тектогенеза, который обусловлен нижней — галитовой подтолщей, однако сама в нем активного участия не принимала.

В настоящее время невозможно построить структурную карту поверхности галитовой подтолщи для всей Припятской впадины, хотя именно она дала бы наиболее достоверное представление о соляном тектогенезе.

В общем структурном плане поверхности верхней соленосной толще отмечается достаточно четкое погружение соленосных отложений с запада на восток. Особенно резко эта поверхность опускается восточнее зоны, проходящей примерно через Буйновичскую, Шестовичскую, Копаткевичскую и Моисеевскую структуры. На крайнем юго-востоке впадины в сравнительно узкой полосе кровля соленосных отложений резко воздымается.

По кровле верхней соленосной толщи выделяются около 80 разнообразных пликативных положительных структур. Большинство из них имеет форму брахиантиклиналей, встречаются антиклинали и куполовидные поднятия. Характерной особенностью локальных положительных структур является их приуроченность к определенным линей-

ным зонам — субширотным разрывным нарушениям. К каждому из таких нарушений тяготеют один или два вала. Всего в Припятской впадине выделяются 11 линейных зон, с которыми связаны 20 валов. Соседние валы между собой разделяются депрессиями, выполненными мощной толщей глинисто-галитовых образований верхней соленосной толщи, надсолевыми данково-лебедянскими, а на большей части впадины и каменноугольными отложениями. Депрессии эти выражены не одинаково ясно на всей территории. Более четкие они в центре и на юге, расплывчатые — в краевой западной части и на севере. У некоторых депрессий примерно симметричное строение (Ельская, Мозырская и др.), большинство же является асимметричными и имеет неправильные формы контуров.

Анализ пространственного распределения суммарной мощности отложений подсолевого комплекса, галогенной формации и всей толщи девона позволяет выявить некоторые наиболее существенные особенности становления структурных планов галогенной формации.

1. Степень тектонической дифференциации региона во много раз увеличилась к концу накопления галогенной формации. Субширотная структурная зональность, заложенная в основном к началу ливенской эпохи, во время накопления межсолевых и верхнесолевых отложений отразилась разломами запад-северо-западного направления, субширотным простиранием всех зон, локализующих участки равной мощности девонских отложений и пород галогенной формации и равной глубиной их залегания.

2. Устанавливается полное (или близкое к нему) совпадение субширотных региональных разломов и зон скачкообразного изменения глубин залегания и мощности галогенной формации.

3. Субмеридиональная (поперечная) зональность структурных планов галогенной формации отражена градиентами мощности этой формации и глубин ее залегания. Наиболее резко это проявилось в Малынско-Симоновичской (Горелик и др., 1968) зоне, которая разделяет Припятскую впадину на западную в восточную части, различающиеся темпом суммарного прогибания в девоне. Восточная часть региона в течение всего времени накопления галогенной формации характеризуется большой амплитудой прогибания. По геологическим и геофизическим данным можно полагать, что субширотная структурная зональность является более молодой, наложенной на субмеридиональную.

4. Резко контрастные тектонические движения, проявившиеся вдоль субширотных разломов в период галогенеза, после накопления верхней соленосной толщи (в конце девона и раннем карбоне) неоднократно активизировались. Этими движениями были частично перестроены структурные планы нижнесоленосной, межсолевой и верхнесоленосной толщ. Впоследствии они существенно не изменились.

## ЛИТЕРАТУРА

Айзберг Р. Е., Горелик З. А., Макаревич В. Н., Синичка А. М., Тырышкин С. Б. — «Геология нефти и газа», 1968, № 2.

Айзберг Р. Е., Лупинович Ю. И., Кислик З. А., Ерошина Д. М.— «Докл. АН БССР», 1969, т. XIII, № 3.

Горелик З. А., Айзберг Р. Е., Синичка А. М., Анцупов П. В., Макаревич В. Н. Современная структура и история тектонического развития Припятской впадины. Минск, «Наука и техника», 1968.

Махнач А. С., Айзберг Р. Е., Урьев И. И. — «Докл. АН БССР», 1967, т. XI, № 9.

Познякевич З. Л. — В кн.: «О геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Припятской впадины». М., изд. ЦНИИТЭнефтегаз, 1964.

УДК 550.822

# МЕТОДИКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ В ПРИКАСПИЙСКОЙ И ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНАХ

*И. И. КОЖЕВНИКОВ, Б. А. СОЛОВЬЕВ*
*(Москва, ИГ и РГИ, ВНИГНИ)*

Эффективность поисков нефти и газа в солянокупольных областях в значительной мере определяется знанием их регионального строения. Этой проблеме советские геологи уделяют большое внимание. С 1960 г. в крупнейших солянокупольных областях страны — Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах — по специальным планам проводятся комплексные региональные геолого-геофизические работы. Важное место в этом комплексе занимает бурение параметрических скважин.

По материалам Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадин мы попытались оценить эффективность этого вида региональных исследований. Соответствующие данные были собраны и проанализированы по трестам «Актюбнефтеразведка» (АНР), «Уральскнефтегазразведка» (УНГР) и «Союзбургаз» (СБГ) *, а также «Черниговнефтегазразведка» (ЧНГР), «Полтаванефтегазразведка» (ПНГР) и «Харьковнефтегазразведка» (ХНГР).

Трест АНР к началу 1967 г. завершил проходку четырех параметрических скважин (П-11 — Шенгельшийской, П-12 — Кенкиякской, П-13 — Алибекмолинской, П-14 — Киндысайской), трест УНГР — пяти параметрических скважин (П-19 — Чувашкинской, П-20 — Джамбейтинской, П-26 — Зареченской, П-27-бис — Порт-Артурской, П-28 — Мастексайской) и трест СБГ — трех параметрических скважин (скв. 29 — Урдинской, скв. 25 — Аралсорской, скв. 30 — Акобинской). Параметрическое бурение указанными трестами велось в различных условиях: трест АНР — в восточной прибортовой зоне Прикаспийской впадины (т. е. в приподнятой части региона), тресты УНГР и СБГ — во внутренних районах впадины (т. е. в погруженной части региона). В соответствии с этим различались и основные цели. На востоке региона все скважины закладывались для определения глубины залегания подсолевых отложений, изучения их литологии, коллекторских свойств и оценки перспектив их нефтегазоносности, получения физических параметров для интерпретации данных сейсморазведки. Параметрическими скважинами во внутренних районах Прикаспийской впадины исследовался надсолевой комплекс отложений.

Бурение параметрических скважин принесло определенные геологические результаты. Однако, как показал анализ, геолого-технико-экономическая эффективность работ в обеих впадинах невысокая.

В трестах АНР, УНГР, СБГ, ведущих бурение в Прикаспии, различен принцип заложения параметрических скважин. Все скважины треста АНР расположены в сводовых частях локальных структур по

* Трест «Союзбургаз» в настоящее время прекратил работы в Прикаспии.

надсолевому комплексу. Четыре скважины треста УНГР пробурены в межкупольных зонах и лишь одна (П-26)— в присводовой части солянокупольного поднятия. Две скважины треста СБГ пройдены на крыльях соляных структур, а одна — в сводовой части предполагаемого погребенного солянокупольного поднятия. Наиболее оптимально сочетание различных типов параметрических скважин: в межкупольных зонах — для выявления общего регионального плана Прикаспийской впадины, на локальных структурах — для оценки нефтегазоносности различных типов солянокупольных структур.

Часто параметрические скважины не решают поставленных геологических задач. Лишь две скважины треста АНР вскрыли подсолевые осадки, а остальные остановлены в соленосных отложениях кунгура. Параметрические скважины трестов УНГР и СБГ проходят только верхнюю часть надсолевого разреза. Забои скважин, заложенных в межкупольных зонах, в трех случаях находятся в осадках триаса (П-20, П-27-бис, П-28), в одном (П-19) эти осадки пройдены полностью, и вскрыты отложения верхней перми. Скважиной П-26, вошедшей на глубине 1770 *м* в соль, выявлен сокращенный разрез надсолевых пород в своде глубокого соляного купола Заречный. Еще более сокращенный надсолевой разрез вскрыт скважиной 30 треста СБГ, обнажившей соль на крыле купола Акоба уже на глубине 880 *м*. Скважинами 25 и 29, напротив, пройдены полные стратиграфические разрезы, но лишь верхних частей надсолевого комплекса. Проходка скважин закончилась в первом случае — в верхах пород триаса, во втором — в отложениях верхнего мела.

Таким образом, глубины параметрических скважин трестов УНГР и СБГ недостаточны для решения принципиальных вопросов геологии и нефтегазоносности внутренних районов Прикаспийской впадины. Характерно, что ни одна скважина треста АНР, три из пяти скважин треста УНГР не достигли проектных глубин. Скважины треста СБГ пробурены по проекту, но из изложенного выше ясно, что они не выполнили геологические задачи.

Все скважины треста АНР увязаны с региональными сейсмическими профилями, а скважины треста УНГР расположены вне этих профилей, хотя и на небольшом от них удалении. Из всех скважин треста СБГ лишь одна находится на региональном сейсмическом профиле. В четырех из пяти скважин треста УНГР был выполнен сейсмокаротаж, ни в одной из скважин трестов АНР и СБГ он не проводился.

Во всех скважинах крайне незначительная проходка с отбором керна. Она колеблется по отношению к общей глубине скважины в тресте АНР от 2,2 до 9,5%, в тресте УНГР — от 0,5 до 7,3%, в тресте СБГ — от 9,3 до 17,7%. Соответственно небольшой и выход керна по отношению к общей глубине скважины: в тресте АНР 1,2—2,8%, в тресте УНГР 0,1—3,0%, в тресте СБГ 1,8—5,4%.

Нельзя также признать удовлетворительным положение с опробованием параметрических скважин в трестах АНР и УНГР. Ни в одной из скважин треста АНР опробование не проводилось, хотя в скважине П-11 было выделено шестнадцать горизонтов, в скважине П-12 — три горизонта, а в скважине П-13 в подсолевых отложениях среднего карбона отмечены прямые признаки нефти. В трех скважинах (П-20, П-27-бис, П-28) треста УНГР перспективные на нефть и газ объекты отсутствуют. Испытана лишь скважина П-26 (6 объектов). Скважина же П-19 — Чувашкинская — в ожидании опробования находится уже несколько лет. Нормально испытывались лишь параметрические скважины треста СБГ: в скважине 25 опробовано семь, в скважинах 29 и

30 — по пять объектов. Ни в одной из параметрических скважин трестов АНР, УНГР и СБГ в процессе бурения не применялся пластоиспытатель.

Велика продолжительность бурения параметрических скважин. Более благополучно в этом отношении дело обстоит в трестах СБГ и УНГР. Продолжительность бурения скважин глубиной от 1625 *м* (скв. 30) до 3016 *м* (скв. 25) в первом колеблется от 97 до 409 дней. Во втором она изменяется от 181 до 327 дней при глубине скважин от 1828 *м* (П-26) до 3003 *м* (П-27-бис). Продолжительность же бурения скважины П-19 глубиной 4147 *м* составила 910 дней. Примерно столько же времени (838 дней) бурилась скважина П-14 (глубина 4187 *м*) треста АНР. Проходка других скважин этого треста глубиной от 3227 *м* (П-12) до 3458 *м* (П-13) продолжалась 912—1442 дня.

Очень высока стоимость бурения параметрических скважин, особенно в тресте УНГР. Плохо налажена отчетность. Лишь по скважинам треста СБГ составлен сводный отчет. Небольшой отчет имеется по скважинам П-11 и П-12 треста АНР.

В 1959—1965 гг. в Днепровско-Донецкой впадине, по данным Министерства геологии УССР, бурились 33 параметрические скважины. К началу 1966 г. было завершено бурение 29 скважин, в последующие годы — 4 остальных. Для анализа состояния проходки параметрических скважин были использованы сведения о 8 скважинах треста ЧНГР (скв. 306 и 302 — Монастырищенские, 301 — Шаповаловская, 308 — Гнилицкая, 201 — Антоновская, 204 — Кошелевская, 203 — Вертеевская, 205 — Березнянская), о 12 — треста ПНГР (скв. 8 — Колонтаевская, 16 — Машевская, 1 — Анастасьевская, 21 и 5 — Новотроицкие, 1 — Ярмаковская, 1 — Груньская, 31 — Рыбальская, 1 — Горобцовская, 220 —Колайдинцевская) и о 13 — треста ХНРГ (скв. 1 — Харьковская, 301—305, 307, 309, 312, 315 — Шевченково-Близнецы, 1 — Великокамышевахская, 1 — Изюмская, 1 — Западно-Шебелинская).

В приподнятой части впадины работы вел трест ЧНГР, в средней — трест ПНГР и в опущенной — трест ХНГР. Все параметрические скважины закладывались с целью освещения глубинного строения Днепровско-Донецкой впадины, изучения нефтегазоносности палеозойских отложений, привязки сейсмических горизонтов. Однако возраст горизонтов, вскрываемых скважинами треста ЧНГР, более древний. Во многих случаях скважины встретили здесь породы девона или даже кристаллического фундамента, а в восточных (т. е. более опущенных) частях Днепровско-Донецкой впадины забои скважин, как правило, не выходят из отложений карбона.

Несмотря на отмеченное различие, условия работы указанных трестов очень близки. Однако анализ результатов бурения показал, что вопросы заложения параметрических скважин в каждом тресте решались по-своему.

Все скважины треста ЧНГР находятся на региональных сейсмических профилях, как на локальных поднятиях, так и в депрессионных зонах. Комплексирование параметрического бурения с региональным сейсмопрофилированием позволяет получать материалы, характеризующие общие черты геологического строения и перспективы нефтегазоносности изучаемой территории. На территории деятельности треста ПНГР параметрические скважины закладывались обычно без прямой связи с региональными сейсмическими профилями и в большинстве случаев решали поисковые задачи. Лишь скважины 21 — Новотроицкая, 8 — Колонтаевская, 16 — Машевская решали региональные задачи. Из 18 параметрических скважин треста ХНГР 9 пробурены на

региональном сейсмическом профиле Шевченково-Близнецы для выяснения структурных условий юго-востока впадины. Скважины 1 — Западно-Шебелинская, 1 — Изюмская и 1 — Великокамышевахская пройдены с поисковыми целями в сводовых частях локальных структур. Скважина 1 — Харьковская, заданная для изучения строения предполагавшейся Харьковской депрессии, по своим задачам близка к опорным скважинам.

Таким образом, сравнение характера заложения параметрических скважин по трем трестам, ведущим работы в Днепровско-Донецкой впадине, показало, что в каждой из названных организаций к этому вопросу подходят по-разному. Наиболее целеустремленно проводит работы трест ЧНГР.

Анализ проводки параметрических скважин на территории Днепровско-Донецкой впадины выявил целый ряд недостатков, сходных с недостатками, обнаруженными в Прикаспийской впадине.

В отдельных случаях параметрические скважины не вскрывают проектных горизонтов. Скважины трестов ПНГР и ХНГР во внутренних частях Днепровско-Донецкой впадины не вышли из каменноугольных пород, и, следовательно, девонские образования здесь остаются совершенно неизученными. Решение проблемы девонской нефти, несомненно, требует увеличения глубин параметрических скважин указанных трестов.

В проанализированных скважинах незначителен отбор керна. По отношению к общей глубине скважины выход керна колеблется в тресте ЧНГР от 0,5% (скв. 302 — Монастырищенская) до 3,07% (скв. 205 — Березнянская); в тресте ПНГР от 0,25% (скв. 16 — Машевская) до 3% (скв. 5 — Новотроицкая); в тресте ХНГР от 0,9% (скв. 1 — Харьковская) до 6,1% (скв. 304 — Шевченково-Близнецы). Невелика и проходка с отбором керна. В скважинах треста ЧНГР она изменяется от 2,4 до 12% по отношению к общей глубине скважин, в скважинах треста ПНГР — от 1,7 до 8,3%, в скважинах треста ХНГР — от 0,3 до 11,7%.

Определенные недостатки имеются и в проведении испытаний параметрических скважин. По трестам было испытано следующее количество скважин: ЧНГР — 5 из 8, ПНГР — 4 из 10, ХНГР — 10 из 13. Всего опробовано 72 объекта, из них 25% (35) оказались сухими. Такие результаты испытаний вызывают сомнения в правильности рекомендаций для опробования и качества вскрытия пластов. Для выявления природы сухих или низкодебитных объектов важно опробование горизонтов пластоиспытателями. Однако они применяются чрезвычайно редко.

Существенным недостатком проведения параметрического бурения в Днепровско-Донецкой впадине является отсутствие сейсмокаротажа почти во всех скважинах.

Геологические отчеты по параметрическим скважинам составляются не повсеместно. Имеется лишь один отчет УкрНИГРИ, содержащий преимущественно сведения о разрезах 18 параметрических скважин.

Выполненный нами анализ методики бурения параметрических скважин в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах показывает, что эффективность данного вида региональных исследований является недостаточной. Необходимо увеличить количество геологической информации, получаемой в результате бурения параметрических скважин. Для этого следует прежде всего повысить проходку с отбором керна до 20—25% и выход керна до 10—15% от общей глубины скважины с концентрацией этого отбора в определенных стратиграфиче-

ских горизонтах. Обязательно надо комплексировать параметрическое бурение с другими видами региональных геолого-геофизических исследований (региональной геофизикой, опорным и структурно-профильным бурением). Следует резко улучшить опробование параметрических скважин. В процессе бурения нужно обязательно применять пластоиспытатели с целью опробования в открытом стволе встреченных продуктивных горизонтов и окончательного решения вопроса о целесообразности дальнейших испытаний. Совершенно обязательны комплексная научная обработка материалов параметрического бурения и составление отчетов по одной или группе параметрических скважин. В противном случае нельзя говорить о получении полноценной геологической информации от параметрической скважины и считать ее выполнившей свое назначение.

УДК 551.247:550.83(574.1—925.22)

# ИЗУЧЕНИЕ СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*Т. С. ДЮСЕНГАЛИЕВ, В. П. КАН, В. М. ПИЛИФОСОВ, Р. Х. ЧАНЫШЕВ*

*(Актюбинск, Актюбинская геофизическая экспедиция)*

Изучение морфологии соляных куполов восточной части Прикаспийской впадины является одной из наиболее важных проблем главным образом в связи с поисками и разведкой структур в подсолевых отложениях. Другие вопросы, такие, как исследование структур в надсолевом комплексе, экранированных соляными телами, имеют подчиненное значение. Это обусловливает особенности постановки задачи и выбора средств для ее решения. Например, заранее можно дифференцировать разрез по степени необходимой точности определения глубин и структурного плана соленосных отложений. В сводовой и присводовой частях куполов надо более точно установить положение соли, в межкупольных зонах — менее точно. Очевидно, при поисковых работах на больших территориях мы не можем рассчитывать на широкое применение сложных и дорогостоящих методов — скважинной сейсморазведки, МРНП, УПФ и др., хотя в частных случаях отдельные из них могут иметь определенное значение.

Основным методом разведки солянокупольных структур является метод отраженных волн. Как правило, отраженные от кровли соленосных отложений волны обладают целым рядом специфических признаков, по которым и производится их стратиграфическая привязка. К характерным кинематическим показателям отраженных от крутых склонов соли волн относятся аномально большие наклоны осей синфазности на временных разрезах и резкое несогласие с выше и ниже залегающими отражающими горизонтами. Из динамических особенностей записи можно отметить некоторое повышение интенсивности отраженных от кровли соли волн по сравнению с отражениями от надсолевого комплекса.

Совершенно очевидно, что указанных признаков не всегда достаточно для однозначного решения вопроса о стратиграфической приуроченности рассматриваемой волны или группы волн. На временных разрезах зачастую наблюдается настолько сложная картина, что без специального изучения природы волн интерпретация их становится невозможной. Кроме того, во многих случаях информация о поведении кровли отсутствует вообще. Это связано как с объективными причинами (сложностью глубинной сейсмогеологической обстановки), так и с недостаточно обоснованной методикой исследований. К первой группе причин относятся следующие: несомненная шероховатость отражающей границы, экранирование отраженных от крутых склонов соли волн высокоскоростными пластами в надсолевой толще и др.

Для изучения строения кровли соляных куполов можно наметить два пути: дальнейшее совершенствование методики исследований МОВ и привлечение дополнительной независимой информации.

В отношении методики МОВ мы пока не усматриваем принципиально новых путей для успешного решения указанной задачи, однако глубоко убеждены, что более обоснованное и тщательное применение уже известных приемов (в частности, улучшение условий возбуждения) позволит почти наполовину увеличить количество полезной информации о строении соли.

Другой путь состоит в комплексировании данных сейсморазведки МОВ с КМПВ (в сводах соляных куполов), грави- и электроразведкой. Большие резервы для получения дополнительной независимой информации о строении соли содержит анализ динамических параметров записи отраженных волн. Опытные работы показали, что поглощающие свойства отложений соли в 5—10 раз выше, чем у вмещающих терригенных образований. Это может быть достаточно надежным средством для стратификации отражающих границ. В настоящее время готовится эксперимент для выяснения возможностей этого способа.

Таким образом, задачу изучения морфологии соляных куполов в восточной части Прикаспийской впадины можно решить путем применения более обоснованной методики исследований — комплексирования данных МОВ с другими геофизическими методами и использования динамических параметров записи отраженных волн.

УДК 550.83:553.981'982(574.1—925.22)

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

*А. Б. ЖИВОДЕРОВ*

*(Гурьев, трест «Казахстаннефтегеофизика»)*

Геофизическим исследованиям и направлению поисково-разведочных работ на нефть и газ в Прикаспийской впадине посвящен ряд докладов III симпозиума, и это не случайно. Ведущиеся в Уральской области на протяжении более девяти лет довольно интенсивные геолого-геофизические работы не привели пока к положительным результатам. Несмотря на признаваемые большинством исследователей высокие перспективы данного района, мы все еще не только не установили здесь промышленные месторождения нефти и газа, но и, можно сказать, не выяснили основные черты геологического строения территории. Многие (особенно сотрудники геологической службы треста «Уральскнефтегазразведка») пытаются объяснить это главным образом малой изученностью района и низким методическим уровнем проводимых здесь геофизических работ. Рассмотрение имеющихся фактических материалов не подтверждает эту точку зрения.

Перспективные земли Уральской области грубо разделяются на два резко отличных по своему глубинному геологическому строению региона — так называемый северный борт Прикаспийской впадины, представляющий собой часть южного края Русской плиты, и зону развития солянокупольной тектоники, ограниченную с севера Токаревским нарушением и характеризующуюся глубоким залеганием докембрийского фундамента (свыше 6—7 *км*), а также значительным погружением подсолевого ложа (от 3 *км* у борта до 8—10 *км* в центре впадины). Различия в глубинном строении указанных территорий предопределяют собой разный подход при оценке перспектив их нефтегазоносности и проведении региональных и поисково-разведочных геолого-геофизических исследований.

В пределах северного борта основной поисковый интерес представляют сравнительно неглубоко (2—2,5 *км*) залегающие докунгурские отложения палеозоя, идентичные по своему литолого-фациальному составу отложениям Волго-Уральской нефтеносной провинции. В отношении геофизической изученности северного борта коротко можно сказать следующее. Помимо целого ряда работ, выполненных здесь с применением «легких» геофизических методов (магнитометрии, гравиметрии, электроразведки и др.), вся его территория покрыта сетью сейсмических профилей методом отраженных волн в комплексе с МРНП густотой 1—3 *км* и пересечена рядом профилей КМПВ. В результате выяснены глубина залегания кристаллического фундамента (6—7 *км*) и характер строения платформенных пород палеозоя.

В толще пермо-карбона сейсморазведкой прослежено по два-три опорных горизонта. Наибольший интерес представляют горизонты С и $C_1$, приуроченные соответственно к среднему и нижнему карбону. По ним тематической партией Уральской экспедиции треста «Казахстаннефтегеофизика» составлена сводная структурная карта, дающая отчетливое представление о глубинном строении рассматриваемой территории. Слои карбона испытывают здесь пологий (2—3°) моноклинальный наклон на юг, в сторону Прикаспийской впадины, осложненный более или менее крупными ступенями и локальными структурами третьего порядка. Некоторые из этих структур были известны по результатам геофизических работ прошлых лет (Щучкинская, Чинаревская, Карповская). На них уже пробурены или бурятся глубокие скважины и получены определенные положительные результаты, т. е. установлены признаки нефтегазоносности. Кроме этого, наметился целый ряд локальных поднятий (Чилижное, Таловское, Блукисское, Татарское и др.), которые могут рассматриваться как объекты дальнейших поисково-разведочных работ на нефть и газ. Именно на них в первую очередь следует сосредоточить детальные сейсморазведочные работы МОВ (включая РНП и другие модификации), а не начинать вновь сплошное перекрытие всей территории северного борта. Амплитуды развитых в пределах северного борта локальных структур весьма незначительны (40—60 *м*) и близки к точности сейсмического метода в данных условиях. Этим объясняются большие трудности, возникающие при детальном изучении выявляемых поднятий.

Перед геофизиками стоит задача повышения эффективности применяемых ими методов. В ходе опытно-методических работ, направленных на ее выполнение, преследуются также цели увеличения глубинности сейсмических исследований и обеспечения тем самым более уверенных сведений о строении нижнего этажа осадочного комплекса, включающего отложения девона. В этом отношении, несомненно, эффективны работы методами преломленных и обменных волн, которые позволяют установить местоположение выступов докембрийского фундамента и сопутствующих им поднятий в отложениях девона. Поэтому проведение наблюдений КМПВ в пределах северного борта с расстоянием между профилями в среднем 12—15 *км* представляется целесообразным и необходимым. Они должны охватывать и внутреннюю прибортовую зону Прикаспийской впадины, характеризующуюся сравнительно неглубоким (3—5 *км*) залеганием перспективных на нефть и газ подсолевых (докунгурских) отложений.

В собственно Прикаспийской впадине повсеместно развиты соляно-купольные структуры, перспективы нефтегазоносности которых связаны с надсолевыми (от перми до третичных) отложениями. Остановимся коротко на подготовке структур к глубокому бурению и комплексе необходимых для этой цели методов.

Многолетними геолого-геофизическими работами установлено, что для большинства типичных соляных куполов северо-западной части Прикаспийской впадины характерен глубокий региональный предверхнеплиоценовый размыв, срезавший не только сводовые части надсолевых отложений, но и вершины самих соляных ядер. Условия для сохранения залежей нефти и газа на таких куполах существуют в основном на опущенных крыльях, надсолевые отложения которых примыкают к крутым склонам соляных ядер. На ловушки подобного типа в большинстве случаев и ориентировано глубокое бурение. Однако, несмотря на довольно большое число скважин, пробуренных в таких условиях, хороших результатов пока не получено. Многие сква-

жины вскрыли соль на значительно меньших или больших глубинах, чем ожидалось. Причины этого заключаются в следующем. Давно известно, что из-за весьма неблагоприятных глубинных сейсмогеологических условий (неровность склона соли, дислоцированность и раздробленность надсолевых отложений) применяемые в массовом порядке сейсмические методы отраженных волн не позволяют, как правило, получить каких-либо данных о строении крутых склонов соляного ядра и горизонтах надсолевой толщи в непосредственной к ним близости. Таким образом, остается «слепая» зона, ширина которой обычно варьирует примерно от 0,7—0,8 до 2 *км*. Применение МРНП тоже оказывается не всегда успешным. Иногда оно приводит к большим ошибкам (Коктау), причины которых остаются пока неясными.

Отчетливо представляя себе всю сложность проблемы и не имея (несмотря на большие объемы выполненных опытно-методических работ) надежного метода ее решения, геофизики неоднократно высказывали предложения, которые позволили бы в какой-то степени приблизиться к решению этой проблемы. Суть этих предложений заключалась в необходимости бурения глубоких скважин для скважинной сейсморазведки с целью изучения морфологии соляных ядер и структурно-поискового бурения для уточнения характера залегания кровли соли в присводовых частях куполов и элементов строения надсолевых отложений (трассирования сбросов и пр.). При этом следует иметь в виду, что глубина структурно-поисковых скважин должна быть от 400—600 до 1200 *м*.

УДК 550.831:552.53

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ КРОВЛИ СОЛИ ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

*А. П. СКУТИНА, Л. П. ТРАЙНИН, Т. С. ДЮСЕНГАЛИЕВ, Б. С. ТАСЫБАЕВ*

*(Актюбинск, Актюбинская геофизическая экспедиция)*

Большинство известных в настоящее время нефтяных месторождений Прикаспийской впадины связано с куполовидными поднятиями осадочного комплекса, располагающимися над соляными штоками и вздутиями. Поэтому изучение рельефа кунгурских отложений имеет большое практическое значение для выбора правильного комплекса поисковых и разведочных работ на нефть и газ в надсолевых отложениях.

С целью картирования поверхности соленосных отложений гравиметрической партией Актюбинской геофизической экспедиции опробован способ, предложенный М. С. Арабаджи и др. *. Определение глубин до кровли соли велось с помощью номограммы, рассчитанной по уравнению множественно-корреляционной связи глубины залегания кунгура с параметрами гравитационного поля в виде

$$h = \sqrt[3]{\frac{\Delta g - \Delta g_{ср}}{3{,}21\,\Delta g_{min} - 47{,}5}} + 0{,}018 - 0{,}125\Delta g_{min}.$$

Расчеты проводились на соляных куполах Хобдинского гравитационного максимума, где велась детальная гравиметрическая съемка. В результате построена структурная схема по кровле соли для участка площадью 500 *км*$^2$. Следует отметить, что нами использовалась не обычная гравиметрическая карта в редукции Буге, а карта остаточных аномалий силы тяжести. Это диктовалось следующими соображениями.

Во-первых, амплитуда $\Delta g$ между зоной минимума и окружающими его максимумами силы тяжести в районах недостаточно интенсивного изменения гравитационного поля резче проявляется на гравиметрических картах остаточного поля, нежели на основных гравиметрических картах изоаномал силы тяжести. Это позволяет правильнее выбрать рабочую шкалу при работе с номограммой.

Во-вторых, нередко на гравиметрических картах сечением даже 0,5 *млг* не фиксируются небольшие минимумы силы тяжести, которые на гравиметрической карте остаточного поля оконтуриваются отчетливо. Примером является минимум силы тяжести Каратау, соответствующий небольшому штоку соли с глубиной свода 350 *м*. В данном случае влияние гравитационной ступени Хобдинского регионального максимума силы тяжести настолько сильное, что гравитационный эффект

---

* М. С. Арабаджи и др. Опыт применения математических методов в геологии. М., «Недра», 1969.

соляного купола Каратау затушевывается, и поэтому даже на гравиметрической карте детальной съемки он не имеет замкнутых контуров. На карте остаточного поля минимум Каратау оконтуривается несколькими изоаномалами.

В-третьих, для куполов, где по основным гравиметрическим картам нет отчетливо замкнутых контуров минимумов силы тяжести, определить глубину кровли соли по предлагаемому способу вообще не удается. Карты остаточных аномалий в большинстве случаев дают положительный результат.

В связи с тем, что на площади гравиметрической съемки, данные которой использовались для построения карты по кровле кунгура, одновременно проводилась детальная сейсмическая съемка МОВ в комплексе с КМПВ, мы имеем возможность тщательно проанализировать результаты применяемой методики определения глубины соли и решить вопрос об эффективности используемого метода.

Анализируя полученный гравиметрический материал и результаты сейсморазведки, можно сделать следующие выводы.

1. Структурная схема кровли соли, построенная по гравиметрическим данным, отображает в общих чертах элементы солянокупольной тектоники района, дает представление о размерах сводов соляных куполов и примерной крутизне погружения их склонов.

2. Сопоставление глубин до кровли соли, вычисленных по карте остаточных аномалий силы тяжести, с данными сейсморазведки показало, что расхождение на сводах куполов не превышает 150—200 *м*. Это находится в пределах точности применяемых палеток. На склонах куполов ошибка в глубинах кровли соли увеличивается до 500 *м* и более. Там, где соляные купола имеют козырьковое строение, даже приближенно установить кровлю соли невозможно.

3. На всех исследуемых куполах области сгущение изоаномал соответствует началу крутого погружения склона соли. Этот факт можно использовать как качественный признак при определении размеров сводовой части соляных массивов.

4. В большинстве случаев ошибка в глубинах кровли кунгура положительная, т. е. гравиметрические данные дают меньшие абсолютные отметки кровли соли.

Несмотря на то, что рассмотренный способ является приближенным, производственным гравиметрическим партиям следует практиковать построение подобных карт. Не претендуя на высокую точность, полученные схематические карты в общих чертах отображают рельеф кровли соли, показывают ориентировочно размеры соляных куполов и местоположение крутых склонов. Особенно ценна эта карта для тех районов, где нет никаких сведений о характере строения отложений кунгурского яруса.

Построенная на этапе рекогносцировки района карта является хорошим вспомогательным материалом для выбора наиболее рационального направления сейсморазведочных работ.

УДК 550.834.532.05

# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ МРНП С ПОМОЩЬЮ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ СХЕМЫ СУММОЛЕНТ

*Э. К. АЗНАБАЕВ, Т. К. НАРЕМБАЕВ*

*(Алма-Ата, Институт геологических наук АН КазССР)*

При предварительной обработке данных МРНП используют различные монтажи суммолент для определенных фильтраций. Однако, как показывает практика, на их составление затрачивается много времени и они не полностью охватывают информацию, получающуюся при различных дополнительных фильтрациях.

Для упрощения процесса корреляции суммарных записей МРНП нами предлагается корреляционная методика. Сущность ее заключается в следующем: на специально подготовленную кальку в масштабе суммоленты переносят все нулевые линии и вертикальными прямыми линиями изображают все фазы выделенных суммарных разрастаний, удовлетворяющих эффекту суммирования элементарной волны. Кроме того, в начале каждой установки или рядом с ней наносят данные крестовых суммолент, предназначенных для выделения боковых волн.

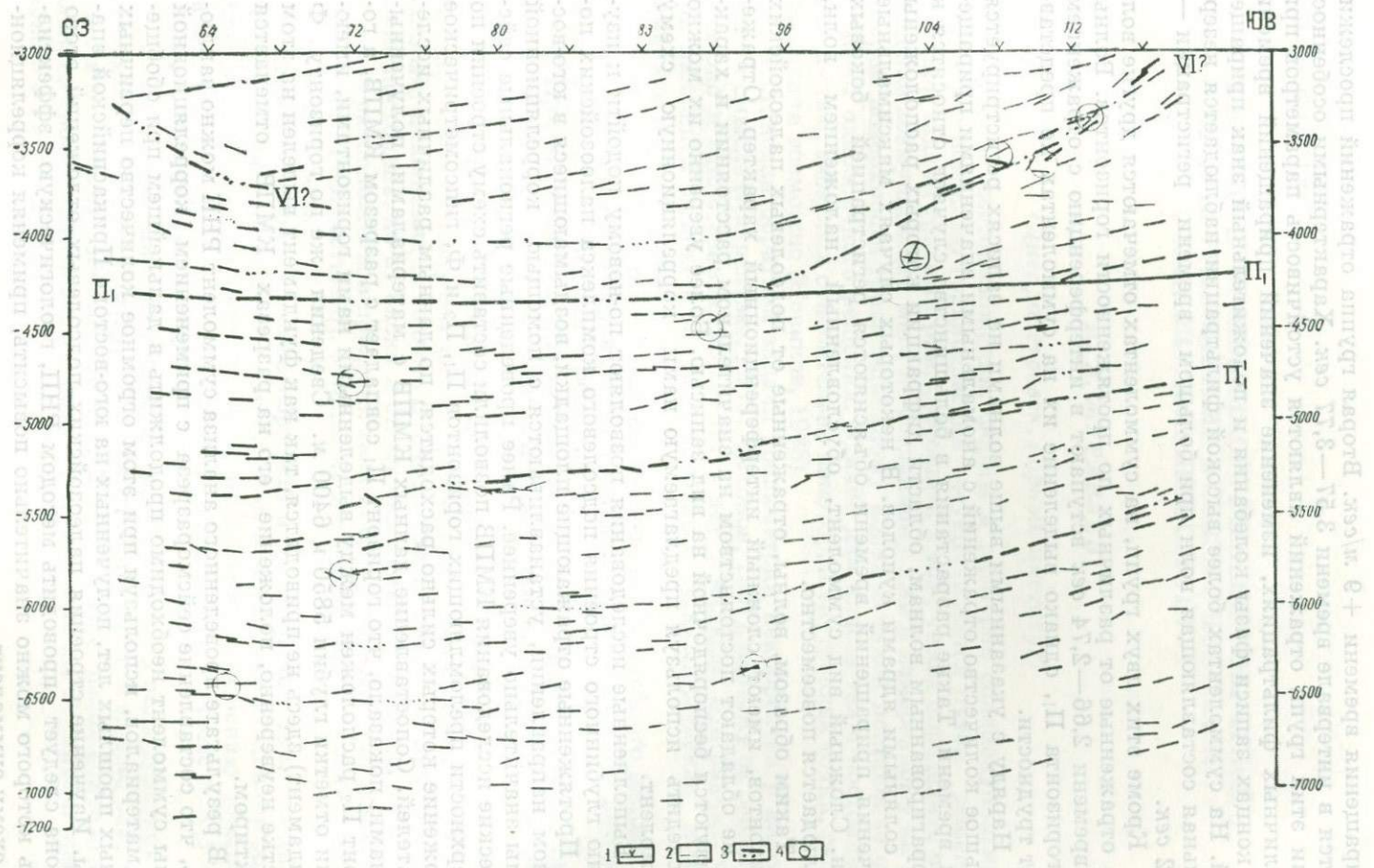
Такая корреляционная схема позволяет рассматривать одновременно волновую картину нескольких суммолент дополнительных фильтраций. Процесс ее составления очень прост, и она значительно облегчает интерпретацию сейсмических данных. Ниже коротко остановимся на изучении подсолевых палеозойских отложений восточной части Прикаспийской впадины с использованием предлагаемой корреляционной схемы.

При обработке суммолент РНП привлечены показания двух фильтраций сумматора ПФС-2М: 35—60 и 45—60 герц. Эти дополнительные фильтрации (основная полевая фильтрация 25—60 герц) позволили разрешить интерференцию волн и расщепить сложные отражения на ряд элементарных составляющих упругих колебаний.

С использованием описанной методики построен сейсмический разрез (рис.) через межкупольную зону Каратюбе-Чиркала-II. Здесь соль, по данным сейсмических исследований, полностью выжата в ядра соседних куполов. В таких случаях не нужно учитывать преломление лучей через соль, так как отражения от глубоких границ проходят в зонах, где нет галогенных отложений.

На суммолентах в исследуемом участке зарегистрировано большое число волн, время которых находится в интервале 2,7—3,8 *сек*, что значительно превышает время регистрации первого подсолевого горизонта $П_1$. Среди этих отражений отметим несколько групп, различающихся по степени коррелируемости.

Прослеживание более глубоких горизонтов затрудняется из-за наличия различных типов волн. На суммолентах после отражений $П_1$ на временах 3,04, 3,18 и 3,24 *сек* регистрируются волны, имеющие




**Сейсмический профиль 404 Каратюбе.** *1* — пункты взрыва; *2* — основные отражающие горизонты; *3* — отражающие площадки; *4* — область дифракции.

приращения времени +9 *м/сек*. Вторая группа отражений прослеживается в интервале времени 3,57—3,77 *сек*. Характерными особенностями этих групп отражений являются устойчивость параметров при различных фильтрациях, изменение значений приращений времени на концах записи фазы колебания и положительный знак приращений. На суммолентах более высокой фильтрации наблюдается незеркальная составляющая волн при большом времени регистрации — 3,62 *сек*.

Кроме этих двух групп, на суммолентах отмечаются другие волны, отраженные от различных по протяженности горизонтов. Волны на времени 2,66—2,74 *сек* вступают в интерференцию с отражением от горизонта $П_1$, однако выделение их на суммолентах не представляет трудности.

Наряду с указанными выше волнами на записях регистрируется большое количество отражений с аномальными значениями приращений времени. Такие разрастания в большинстве случаев относятся к дифрагированным волнам, области дифракции которых расположены под соляными ядрами куполов. В некоторых случаях максимальные значения приращений времени объясняются регистрацией боковых волн. Сложный вид суммолент, обусловленный наложением волн, наблюдается повсеместно.

Таким образом, волны, отраженные от подсолевых палеозойских горизонтов, имеют сложный интерференционный характер. Отражения не обладают постоянством на значительном расстоянии и характеризуются беспорядочной на вид записью. Более уверенно их можно проследить используя предлагаемую нами корреляционную схему суммолент.

Выполненные исследования позволяют по-новому подойти к изучению глубинного строения подсолевого комплекса палеозойских пород. Протяженные отражающие площадки, воздымающиеся в юго-восточном направлении, устанавливаются с помощью корреляционной схемы значительно увереннее. Ранее проведенные региональные сейсмические исследования КМПВ позволили составить схему строения по поверхности преломляющих горизонтов $П_1$, $П_2$ и Ф, гипсометрическое положение которых сильно расходится, по данным различных исследователей. Сопоставление данных КМПВ с материалами, полученными нами, показало, что горизонт $П_1$ совпадает с разрезом КМПВ, а горизонт $П_2$ расположен между выделенными нами горизонтами, имеющими отметки глубин 5850 и 6400 *м*. Сведения же по горизонту Ф (фундамент) здесь не приводятся, так как фундамент выделен на этом участке неуверенно, положение его на разрезах КМПВ отмечается пунктиром.

В результате проведенного анализа суммолент РНП можно заключить, что составление сейсморазреза с применением корреляционной схемы суммолент необходимо продолжить в дальнейшем при обобщении материалов, используя при этом огромное количество первичных данных прошлых лет, полученных на юго-востоке Прикаспийской впадины. Изучение строения палеозойских подсолевых отложений этого региона следует проводить методом РНП, геологическую эффективность которого можно значительно повысить, применяя корреляционную схему суммолент.

УДК 550.831:551.247

# О МЕТОДЕ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГРАВИМЕТРИИ В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР

*И. А. ЖУРАВЛЕВ*

*(Днепропетровск, Горный институт)*

Изучение местоположения, формы и размеров солянокупольных структур с помощью гравиразведки осуществляется путем решения обратной задачи гравиметрии, состоящей в том, чтобы определить размещение возмущающих масс по созданному ими и измеренному на некоторой поверхности гравитационному полю. В такой постановке она не имеет однозначного решения. Однако для класса тел с постоянной плотностью, звездных относительно некоторой внутренней точки, решение задачи возможно (Новиков, 1938).

Постановка обратной задачи гравиметрии некорректна в классическом смысле (Лаврентьев, 1962; Тихонов, 1967), поэтому ее решение, если оно и единственное, может быть неустойчивым. Это значит, что при малейшей ошибке в задании исходных данных решение может изменяться как угодно.

Цель данной статьи — изложение простого и удобного метода решения обратной задачи гравиметрии для класса звездных тел, который вместе с тем дает устойчивое решение.

1. При интерпретации гравитационной аномалии геолого-геофизические сведения позволяют приближенно установить границы области $S$, включающей искомое соляное тело $T$.

Разбив область $S$ плоскостями $x=C_{1i}$, $y=C_{2i}$, $z=C_{3i}$,($i=1, 2, \ldots, k$, $\Delta x=\Delta y=\Delta z=b$), получим набор кубических блоков объемом $\Delta V=b^3$ каждый, заполняющих область $S$. Будем считать что плотность в одном блоке постоянна, но от блока к блоку она изменяется. Тогда те блоки, которые расположены в пределах тела $T$, будут обладать определенной избыточной плотностью $\sigma_j$, остальные же будут иметь нулевую избыточную плотность.

Таким образом, решение обратной задачи гравиметрии сводится к определению избыточных плотностей $\sigma_j$ набора блоков, заполняющих область $S$. Подобный метод сеток в применении к решению обратной задачи гравиметрии был использован, по-видимому, впервые А.А. Юньковым и Е. Г. Булахом (1958).

2. На основании аддитивности гравитационного поля действия тела в некоторой точке $P(x_i; y_i)$ поверхности наблюдений можно рассматривать как сумму действий его частей. Имея в виду изложенное выше, наблюденное гравитационное поле $V_i$ тела $T$ в точке $P$ приближенно можно записать в виде

$$V_i = \sum_{j=1}^{n} V_{ij}, \qquad (1)$$

где $V_{ij}$ — значение гравитационного поля в точке $P$, создаваемого блоком с координатами центра ($\xi_j$; $\eta_j$; $\varsigma_j$). Точность такого представления

будет тем выше, чем меньше размеры блоков, и, соответственно, больше их количество $(n)$ в области $S$.

В силу постоянства плотности в пределах блока его влияние в точке $P$ можно представить как

$$V_{ij} = \sigma_j a_{ij}, \tag{2}$$

где $\sigma_j$ — избыточная плотность $j$-блока,

$a_{ij}$ — коэффициент, определяемый положением точки $P$ и параметрами сети блоков, заполняющих область $S$.

Для нахождения избыточных плотностей $\sigma_j$ составим систему уравнений

$$V_i = \sum_{j=1}^{n} \sigma_j a_{ij}, \ (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{3}$$

Следовательно, решение обратной задачи в нашем случае сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений высокого порядка, имеющей в общем случае вид

$$A\sigma = V. \tag{4}$$

Такие системы возникают при сглаживании наблюденных значений гравитационного поля, разделении поля на составляющие, пересчете в нижнее полупространство.

Следует отметить, что под $V_i$ в формуле (3) можно подразумевать любую функцию гравитационного поля. Рассматривая в качестве $V$ значения аномалии силы тяжести, которая свободна от регионального фона или фон ослаблен одним из известных способов, и заменяя блоки точечными массами, получим следующее выражение для $V_{ij}$:

$$V_{ij} = \sigma_j \frac{f \zeta_j b^3}{[(x_i - \xi_j)^2 + (y_i - \eta_j)^2 + \zeta_j^2]^{3/2}} = \sigma_j a_{ij}, \tag{5}$$

где $f$ — гравитационная постоянная.

Подобная замена приводит к определенным погрешностям. Однако, как следует из простых расчетов, они не превышают 2%, если сторона блока меньше глубины до его верхней грани.

Точно также под $V_i$ можно понимать любую трансформированную функцию, например. вариацию силы тяжести, которая проста в вычислении и вместе с тем позволяет освободиться от влияния линейной составляющей регионального фона.

3. Представление тела $T$ произвольной формы набором кубических блоков, замена их точечными массами приводит к тому, что коэффициенты $a_{ij}$ вычисляются с погрешностями. Кроме того, значения $V_i$ несут погрешности определения аномалий и неучтенные значения регионального фона. Поэтому заданное уравнение приходится решать приближенно

$$\tilde{A}\sigma = \tilde{V}. \tag{6}$$

Меру точности входных данных и решения системы будем определять с помощью норм.

$$\| V \| = \sqrt{\sum_i V_i^2}; \quad \| \sigma \| = \sqrt{\sum_j \sigma^2_j}; \quad \| A \| = \sqrt{\sum_{ij} a_{ij}^2}. \tag{7}$$

В силу некорректности задачи матрица системы (4) плохо обусловлена. Поэтому даже при малых уклонениях входных данных, т. е. $\|A-\tilde{A}\|<\delta$ и $\|V-\tilde{V}\|\leqslant\delta$, величина уклонения решения $\|\sigma-\tilde{\sigma}\|$ может превосходить любое наперед заданное значение при как угодно малой $\delta$.

Считая плохо обусловленную матрицу приближенно вырожденной, т. е. что в ее $\delta$-окрестности находится вырожденная матрица, для получения устойчивого решения системы (6) можно использовать алгоритм, предложенный А. Н. Тихоновым (1965, 1967).

Вместо непосредственного решения системы (6) будем минимизировать функционал

$$M^\alpha [\sigma, \tilde{V}, \tilde{A}] = \| \tilde{A}\sigma - \tilde{V} \|^2 - \alpha \| \sigma \|^2, \tag{8}$$

где $\alpha$ — параметр регуляции.

Вектор $\sigma^\alpha$, реализующий минимум функционала при любых $\tilde{V}$, $\tilde{A}$ и $\alpha>0$, можно определить из системы линейных уравнений

$$\sum_{j=1}^{n} \left( \sum_{i=1}^{n} a_{ie} a_{ij} \right) \sigma_j^\alpha + \alpha \sigma_e^\alpha = \sum_{i=1}^{n} a_{ie} \tilde{V}_i, \quad (e=1, 2, \ldots, n). \tag{9}$$

Условия применимости метода дает теорема 2 (Тихонов, 1965).

Пусть $A$ — вырожденная матрица, $V$ — вектор, удовлетворяющий условию разрешимости системы уравнений $A\sigma=V$ и $\sigma^{(0)}$ — нормальное решение системы. Пусть $\tilde{A}$ и $\tilde{V}$ — какие-либо $\delta$-приближения $A$ и $V$, а $\varepsilon(\delta)$ и $\alpha_0(\delta)$ — какие-нибудь убывающие функции $\delta$, стремящиеся к нулю при $\delta \longrightarrow 0 \left( \left( \frac{1}{\varepsilon(\delta)} \right) \delta^2 \leqslant \alpha_0(\delta) \right)$.

Тогда, каково бы ни было $\varepsilon>0$, существует такое $\delta_0(\varepsilon\|\sigma^{(0)}\|)$, что $\| \sigma^\alpha - \sigma^{(0)} \| \leqslant \varepsilon$, если $\delta \leqslant \delta_0$, где $\alpha$ — любое число, удовлетворяющее условиям

$$\frac{1}{\varepsilon(\delta)} \delta^2 \leqslant \alpha \leqslant \alpha_0(\delta),$$

($\alpha^0$) и $\sigma^\alpha$ — вектор, реализующий минимум функционала $M^\alpha [\sigma, \tilde{V}, \tilde{A}]$.

При использовании данного метода наиболее сложным является выбор параметра регуляризации в соответствии с условиями ($\alpha^0$). Для этого необходимо знать точность определения элементов матрицы $\tilde{A}$ и точность определения составляющих вектора $\tilde{V}$. Более строгий выбор $\alpha$ можно сделать в соответствии с условием К.

Достоинством предлагаемого метода является то, что он позволяет получать устойчивое нормальное решение, если матрица $A$ вырожденная, либо плохо обусловленная, но имеющая в $\delta$-окрестности вырожденную матрицу. Естественно, что данный алгоритм можно осуществить только применяя ЭЦВМ. При интерпретации можно использовать как аномалию силы тяжести, свободную от регионального фона, так и любую трансформированную аномалию, доля фона в которой значительно уменьшена. Если плотность искомого тела неизвестна, то с

помощью описанного метода можно определить форму, положение тела в пространстве, его размеры и избыточную массу. Достоинством метода является также его применимость при интерпретации сложных аномалий.

## ЛИТЕРАТУРА

Лаврентьев М. М. О некоторых некорректных задачах математической физики. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.

Новиков П. С. — «Докл. АН СССР», 1938, 18, № 3.

Тихонов А. Н. — «Журнал вычислительной математики и физики», 1965, 5, № 4.

Тихонов А. Н. —В сб.: «Вычислительные методы и программирование», вып. 8. М., Изд-во МГУ, 1967.

Юньков А. А., Булах Е. Г. — Труды Института геологических наук АН УССР, серия геофиз., вып. 2, 1958.

УДК 550.832.4.05:551.247

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СКВАЖИННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ С ПОМОЩЬЮ ЦВМ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СОЛЯНОКУПОЛЬНЫМ ОБЛАСТЯМ)

*Л. В. КАЛАМКАРОВ, Г. В. МАРТОВСКИЙ, Н. И. ТУМИЛОВИЧ*
*(Москва, МИНХ и ГП им. И. М. Губкина)*

Использование ЦВМ на этапе вычисления глубин и построения разрезов рентабельно лишь в том случае, если с их помощью решаются нетривиальные задачи. Определение, например, координат исследуемых границ в МОВ при всех известных параметрах на ЦВМ имеет смысл, если отраженные волны записываются в цифровом коде или на него можно перевести аналоговую запись. Тогда информация на вход машин будет подаваться с выхода регистрирующего или преобразующего устройства без обработки «вручную».

В МРНП помимо получения координат отражающих площадок необходимо предусматривать их корреляцию. Однако реализация такого рода задач предполагает, что закон распределения скорости известен. Но именно в солянокупольных областях информация о физических параметрах среды весьма ограниченна, причем дело здесь не столько в общем объеме, сколько в очень узкой области экстраполяции значения параметров *. Допустим, нам известны средние скорости в мульдах. Однако на склонах куполов, а тем более на сводах, мы эту информацию использовать не можем. Кроме того, приподнятые и опущенные крылья куполов имеют зачастую различную скоростную характеристику, и скорости по одному крылу нельзя применять на другом.

Кроме дефицита информации о физических параметрах среды существенно осложняет интерпретацию необходимость решать трехмерную задачу.

В общем виде решение задачи количественной интерпретации в геометрической сейсмике можно записать так:

$$\begin{aligned} x &= f_1(\xi, \eta, \tau, d\tau_\xi, d\tau_\eta, a_1, a_2, a_3\ldots); \\ y &= f_2(\xi, \eta, \tau, d\tau_\xi, d\tau_\eta, a_1, a_2, a_3\ldots); \\ z &= f_3(\xi, \eta, \tau, d\tau_\xi, d\tau_\eta, a_1, a_2, a_3\ldots), \end{aligned} \tag{1}$$

где $x, y, z$ — координаты исследуемой поверхности;
$\tau$ — время прихода волны в точку наблюдения с координатами $(\xi, \eta)$;
$d\tau_\xi, d\tau_\eta$ — градиенты времени вдоль взаимно перпендикулярных осей $o\xi$ и $o\eta$;
$a_1, a_2, a_3\ldots$ — физические параметры среды.

---

* Н. И. Тумилович, Г. В. Мартовский — В кн.: «Поиски и освоение нефтяных и газовых месторождений». М., изд. МИНХ и ГП, 1968.

Значения градиентов $d\tau_\xi$ и $d\tau_\eta$ можно вычислить по годографам, как, например, в МОВ, или получить непосредственно на аппаратуре, как в МРНП. Есть задачи, в которых знание градиентов необязательно.

На практике все построения производятся обычно по профилям, и если есть необходимость, вводится поправка на непродольность. В этом случае решение сводится к отысканию двух координат *(x, z)*, и из формул (1) исключаются соответственно величины $\eta$ и $d\tau_\eta$. Далее для упрощения будем говорить о двухмерной задаче.

Формулы (1) можно использовать, когда есть все параметры $a_1$, $a_2$, $a_3$... Если часть параметров не определена, надо составить систему уравнений, связывающих координаты и неизвестные параметры с параметрами поля:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1(x,\ z,\ \xi,\ \tau,\ d\tau_\xi,\ a_1,\ a_2,\ a_3\ldots) &= 0;\\ \varphi_2(x,\ z,\ \xi,\ \tau,\ d\tau_\xi,\ a_1,\ a_2,\ a_3\ldots) &= 0;\\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\

Как уже отмечалось, гипотеза о постоянстве средней скорости в солянокупольных областях может быть справедливой лишь на весьма ограниченных участках. Поэтому в аналитических задачах необходимо предусматривать изменение средних скоростей.

Рассмотрим решение конкретной задачи по вычислению точек преломляющей поверхности в методе скважинной сейсморазведки.

Если пространственное распределение скоростей в покрывающей среде считать заданным, то координаты точек преломления можно вычислить по формулам (рис. 1, *а*):

$$z = \frac{h_1(l) + [h - h_2(l)]}{2}; \quad x = \frac{x_2(l) + [x - x_1(l)]}{2}, \tag{3}$$

где

$$h_1 = r_1 \sin(\delta \pm \alpha); \quad x_1 = r_1 \cos(\delta \pm \alpha);$$

$$h_2 = r_2 \cos(\gamma \pm \beta); \quad x_2 = r_2 \sin(\gamma \pm \beta);$$

$$\gamma = \arccos \frac{h}{12}; \quad \delta = \frac{\pi}{2} - \gamma; \quad \alpha = \gamma - i; \quad i = \arcsin v \frac{\Delta t}{\Delta x};$$

$$\beta = \arccos \frac{R^2 + r_2^2 - r_1^2}{2 r_2 R}; \quad R = \sqrt{x^2 + h^2}.$$

Величины $r_1$, $r_2$, $R$ определяются по формулам:

$$r_1 = \frac{v_2 t - l}{v_2 - v_1} v_1; \quad r_2 = l - r_1^1, \tag{4}$$

где $v_1$ — скорость в покрывающей среде;
$v_2$ — скорость в соли;
$t$ — время пробега волны от источника к приемнику;
$x$ — точка выхода (входа) волны на поверхность наблюдения;
$h$ — глубина скважинного источника (приемника).

Знак + или — аргументов в тригонометрических функциях в формулах (3) соответствует падению или восстанию границы.

В формулах (3) и (4), если считать распределение скорости заданным, неизвестной является величина $l$. Для ее отыскания необходимо решить уравнение:

$$h - [h_1(l) + h_2(l)] = 0. \tag{5}$$

Это как раз тот случай, когда параметр $l$, связанный с координатами $x$ и $z$, выразить в явном виде затруднительно.

Задача может быть решена любым способом приближенного решения уравнений. Реализация такой задачи на ЦВМ позволяет составить программу, в которой учитывается изменение средних скоростей по разрезу и по площади. Для этого, задавая последовательно машине среднюю скорость ($v_1$) в надсолевой толще, можно так подобрать искомые параметры, чтобы они удовлетворяли системе уравнений вида (2). Поскольку неизвестны здесь уже две величины ($l$ и $v_1$), то для решения задачи необходимо иметь два уравнения. Эти уравнения получим, если возьмем две соседние точки наблюдения и свяжем их следующей гипотезой: преломляющая граница между достаточно близкими точками плоская, а скорость между ними — постоянная. Такая гипотеза позволяет выработать критерий, который можно выразить так:

$$\Delta^2 z_1 < \varepsilon; \; \Delta^2 z_2 < \varepsilon, \tag{6}$$

где $\Delta^2 z_1 = (z_2 - z_1) - (x_2 - x_1)\operatorname{tg}\varphi_1$,

$\Delta^2 z_2 = (z_2 - z_1) - (x_2 - x_1)\operatorname{tg}\varphi_2$.

Формула (6) означает, что разность приращений координат согласно гипотезе должна равняться нулю или (для ЦВМ) она меньше заранее заданного числа $\varepsilon$ ( в нашей задаче $\varepsilon = 10$ *м*) (рис. 1, *б*).

В формуле (6) угол падения $\varphi$ отыскивается по уравнению:

$$\varphi = \gamma \pm \beta \mp i_2, \tag{7}$$

где

$$i_2 = \arcsin \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\dfrac{\cos(\alpha+\beta) - \dfrac{v_1}{v_2}}{\sin(\alpha+\beta)}\right]^2}}.$$

Формула (7) выведена из очевидного равенства $\alpha + \beta = i_2 - i_1$ (рис. 1, *а*) путем решения уравнения

$$\sin i_2 = \frac{\sin[i_2 - (\alpha+\beta)]}{\dfrac{v_1}{v_2}}.$$

Алгоритм решения рассматриваемой задачи состоит в следующем. В машину вводятся с интерпретационных профилей значения времени $t$ и соответствующая координатная точка выхода $x$. Кроме того, в качестве нулевого приближения задается средняя скорость $v_0$ до соли по стволу скважины, а также скорость распространения волны в соли $v_2$, которая наряду с глубиной скважинного сейсмографа $h$ является постоянной для всех точек наблюдения на данном куполе. По введенной информации рассчитываются константы данной пары ($R$, $\gamma$, $\alpha$ и др.), а затем путем подстановки ряда чисел $l$ решается уравнение (5). Вычисляются координаты $x$, $z$ и угол $\varphi$ для каждой точки и разности приращений координат $\Delta^2 z_1$ и $\Delta^2 z_2$. Последние сравниваются с заданным числом $\varepsilon$, и если условие (6) выполнено, машина печатает координаты. Если $\Delta^2 z_1$ или $\Delta^2 z_2 > \varepsilon$, то задается новая скорость $v_1$ и весь цикл команд повторяется. Счет продолжается до тех пор, пока не выполняется условие (6). Для расчета следующей пары точек скорость $v_1$ передается с предыдущей. При современном уровне действия ЦВМ для каждой пары точек задача решается в доли секунды. Машина БЭСМ-4 посчитала задачу при общем объеме порядка 700 точек в течение 15 минут.

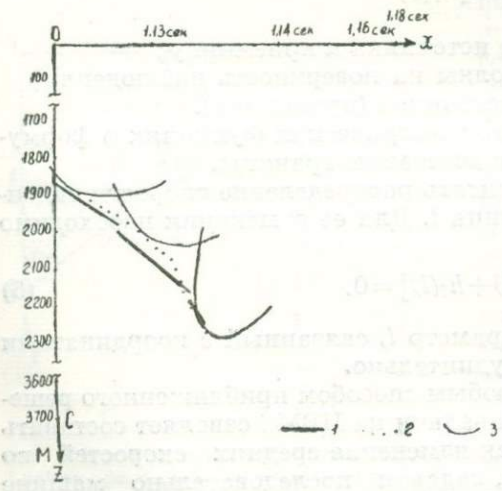



Рис. 2. **Профиль ММС на куполе Болганмола (Прикаспийская впадина).** *1* — преломляющая граница, вычисленная на ЦВМ; *2* — преломляющая граница, построенная способом апланат; *3* — апланатные линии.

Использование ЦВМ позволило решить вопрос о поправке на непродольность источника и приемника. Так как преломленный луч $r_2$ чаще всего не лежит в плоскости интерпретационного профиля, то длина его исправляется путем проектирования на эту плоскость.

На рисунке 2 показано вычисление координат при отладке программы на машине БЭСМ-4. Кроме координат преломляющей границы $(x, z)$, машина выдает значения углов $(\varphi)$ и скоростей в надсолевой толще $(v_1)$.

Таким образом, пример составления алгоритма для скважинной сейсморазведки показывает, что с помощью ЦВМ можно реализовать задачи количественной интерпретации в условиях дефицита информации о физических параметрах среды. В основе решения должна лежать рабочая гипотеза, с помощью которой вырабатываются определенные критерии, позволяющие решать систему уравнений и вычислять координаты искомых поверхностей.

# РЕШЕНИЕ
# III ВСЕСОЮЗНОГО СИМПОЗИУМА ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕРРИТОРИИ РАЗВИТИЯ СОЛЯНОЙ ТЕКТОНИКИ В СССР

г. Алма-Ата 21—25 апреля 1969 г.

В соответствии с рекомендацией II Междуведомственного симпозиума по проблеме «Геологические особенности солянокупольных регионов и методика поисков и разведки солянокупольных структур в связи с нефтегазоносностью» и по инициативе Междуведомственной комиссии по изучению солянокупольных областей и связанных с ними полезных ископаемых, а также геологических организаций Казахстана 21—25 апреля 1969 г. в Алма-Ате состоялся III Всесоюзный симпозиум по изучению территорий развития соляной тектоники в СССР, организованный ордена Трудового Красного Знамени Институтом геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР, Министерством геологии КазССР и Казахским политехническим институтом.

На симпозиум было представлено более 150 докладов научно-исследовательскими, учебными и производственными организациями: Министерством геологии КазССР, ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВНИИГАЗ, ВНИИЯГГ, ГИН АН СССР, ИГН им. К. И. Сатпаева, АН КазССР, ИГН АН УССР, ИГН Министерства геологии СССР (г. Минск), ВНИИГеофизикой, ВНИИГалургией, ИГ и РГИ, НИЛЗарубежгеологией, УкрНИГРИ, Институтом геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР, Гурьевским институтом геологии и геофизики Министерства геологии СССР, Институтом геологии СО АН СССР, Волгоградским научно-исследовательским институтом нефтяной и газовой промышленности, УкрНИИГАЗ, Среднеазиатским научно-исследовательским институтом природного газа, МГУ им. М. В. Ломоносова, МИНХ и ГП им. М. И. Губкина, Казахским политехническим институтом, Западно-Казахстанским геологическим управлением, Управлением геологии Совета Министров ТССР, Управлением «Казахстаннефтегазразведка», трестами ВАГТ, «Актюбнефтеразведка», «Казахстаннефтегеофизика», «Уральскнефтегазразведка», Казгеофизтрест, «Белнефтегазразведка», «Башнефтегеофизика», «Союзбургаз», «Калмнефтегазразведка», «Спецгеофизика», «Черниговнефтегазразведка», Таджикской комплексной лабораторией ВНИГНИ, Волго-Донской комплексной лабораторией.

В работе симпозиума приняли участие более 300 специалистов от 55 организаций. Было заслушано и обсуждено 78 докладов, из них на пленарном и объединенном заседаниях — 16, на секции «Тектоника и нефтегазоносность регионов развития соляной тектоники» — 30 и на секции «Методика поисково-разведочных работ» — 32. В этих докладах освещались результаты исследований соляного тектогенеза, в том числе физического моделирования процессов соляной тектоники, геологического строения различных областей развития соляной тектоники, расположенных как на территории СССР, так и за ее пределами, нефте-

газоносность солянокупольных регионов, методика поисково-разведочных работ в таких регионах и др. Все эти вопросы наиболее полно отражены в докладах по Прикаспийской впадине, солянокупольным областям Южного Казахстана и Средней Азии. На симпозиуме обсуждались также некоторые вопросы галогенеза.

Симпозиум констатирует, что за последние годы благодаря проведенным геофизическим исследованиям, бурению глубоких разведочных скважин и обобщению материалов разведочных работ научно-исследовательскими и производственными организациями выявлен ряд особенностей глубинного строения регионов развития соляной тектоники: Прикаспийской, Днепровско-Донецкой, Припятской, Чу-Сарысуйской впадин, Предуральского прогиба, впадин юго-востока Средней Азии, Сибирской платформы и западных районов Русской платформы (Калининградская область). Получены новые данные о соотношении подсолевого и надсолевого структурных этажей, строении межкупольных пространств, которые позволяют более однозначно судить о причинах возникновения и закономерностях размещения и формирования солянокупольных структур.

Вместе с тем отмечается, что все еще существуют различные представления по основным вопросам соляного тектогенеза — происхождению сил, вызывающих процессы соляной тектоники, и механизму образования соляных структур. Значительные разногласия и споры возникают также по теории галогенеза.

За время, прошедшее после II симпозиума, больших успехов достигли казахстанские геологи.

*По Прикаспийской впадине* получены новые геолого-геофизические материалы о глубинном строении и нефтегазоносности выполняющих ее отложений.

За последние годы в подсолевых породах Соль-Илецкого выступа (Оренбургская область) открыто газовое месторождение (в артинских отложениях) с запасами 900 млрд. $м^3$. Притоки газа и признаки нефти в подсолевых отложениях выявлены на некоторых площадях прибортовой зоны. Все это выдвигает поиски залежей нефти и газа в подсолевых палеозойских отложениях как основную задачу поисково-разведочных работ на ближайшие годы. Однако применяемые в настоящее время геофизические методы исследований подсолевых отложений не обеспечивают получения однозначных данных о их строении.

Обобщение новых фактических материалов по Прикаспийской впадине позволило приблизить решение многих принципиальных вопросов соляной тектоники, таких, как соотношение структурных планов надсолевого и подсолевого комплексов, закономерности размещения и развития структур, созданных соляной тектоникой, влияние на размещение и формирование соляных структур регионально-тектонических движений и веса надсолевых отложений.

Большие успехи достигнуты также в изучении строения верхнепермских и мезозойских отложений. В осадках этого возраста выявлены залежи высококачественной нефти на Кенкияке, Каратюбе, Мартышах, Прорве и других структурах. Признаки нефти и газа из верхнепермских и триасовых отложений установлены на Шубаркудуке, Северном Локтыбае, в Хобдинской опорной и Кусанкудукской параметрической скважинах. Строение верхнепермских и триасовых отложений у крутых уступов соляных ядер и в межкупольных пространствах сложное, а эффективность его изучения геофизическими методами разведки невысокая. Региональные исследования глубинного строения

Прикаспийской впадины значительно отстают от изученности бортовых районов впадины.

*Чу-Сарысуйская впадина* является регионом развития трех самостоятельных и генетически разнородных соленосных комплексов, имеющих различные пространственные соотношения. Соленосные комплексы изучены в нескольких районах впадины на площади свыше 100 тыс. $км^2$.

В Нижнечуйском районе в результате комплексных геолого-геофизических исследований на юго-западной окраине Бетпак-Далы выявлен новый солянокупольный бассейн площадью свыше 10 тыс. $км^2$, в котором обнаружено большое количество солянокупольных структур. В результате буровых работ, проведенных на куполах Бестюбе, Кентарал, Тантай и Койтас, в отложениях карбона установлены проявления горючего газа и капельно-жидкой нефти. В соленосной и красноцветной свитах верхнего девона наблюдались прослои закированных песчаников и сильно битуминозных известняков. Это позволяет рассматривать Нижнечуйский район как один из перспективных нефтеносных районов Южного Казахстана. В 1967—1969 гг. детально изучены по подсолевым отложениям и подготовлены к глубокому разведочному бурению поднятия Кызылой и Колькудук. Однако объемы глубокого бурения здесь еще недостаточны.

В Сарысуйском районе впадины распространены верхнепалеозойские и среднепалеозойские соленосные комплексы. Здесь выявлено свыше 30 солянокупольных структур. На некоторых из них установлены интенсивные нефтегазопроявления в верхнепалеозойских и среднепалеозойских отложениях.

В юго-восточном районе впадины развит только верхнепалеозойский соленосный комплекс. В подсоленосных породах (нижняя пермь, нижний карбон) наблюдаются многочисленные нефтегазопроявления и разведаны промышленные скопления азотно-гелиевых газов.

В крайней восточной части впадины (Фрунзенский прогиб) развит кайнозойский соленосный комплекс, в котором также обнаружены нефтегазопроявления.

*На юго-востоке Средней Азии* (Ферганская, Афгано-Таджикская, Амударьинская, Мургабская впадины и Юго-Западный Гиссар) разведаны крупные месторождения газа и нефти и имеются большие перспективы открытия новых. За последние годы здесь получены дополнительные геолого-геофизические данные о строении подсолевого, солевого и надсолевого структурных этажей. Однако соотношение указанных структурных комплексов еще не выяснено.

Отмечая важность изучения соляной тектоники для прогнозирования нефтегазоносности солянокупольных территорий и выработки рациональной методики поисково-разведочных работ, участники симпозиума считают необходимым:

1) продолжить теоретические и экспериментальные исследования по механизму образования солянокупольных структур и закономерностям нефтегазоносности солянокупольных территорий;

2) на трех состоявшихся симпозиумах рассматривался широкий круг вопросов геологического строения и нефтегазоносности солянокупольных регионов, были выявлены наиболее спорные и дискуссионные вопросы; в дальнейшем целесообразнее проводить совещания и симпозиумы по конкретным узким главным образом спорным теоретическим вопросам соляной тектоники; следующий симпозиум необходимо созвать по проблеме механизма процессов соляной тектоники; на симпо-

зиум желательно пригласить представителей зарубежных стран, ведущих исследования в этой области;

3) просить комиссию по осадочным породам АН СССР, Министерство геологии СССР и РСФСР провести Всесоюзное совещание по проблемам галогенеза совместно с Междуведомственной комиссией по изучению солянокупольных регионов и связанных с ними полезных ископаемых, Междуведомственной комиссией по координации работ в области поисков калийных солей и фосфоритов в Сибири и на Дальнем Востоке и Всесоюзным научно-исследовательским институтом галургии;

4) ввиду отсутствия сводных монографических работ по соляной тектонике СССР и закономерностям размещения нефтяных и газовых месторождений в солянокупольных регионах просить:

а) ВНИГРИ совместно с другими научно-исследовательскими организациями составить и в ближайшее время издать сводку по соляной тектонике СССР;

б) ВНИГНИ совместно с другими заинтересованными организациями приступить к составлению монографической сводки по закономерностям размещения залежей нефти и газа в солянокупольных областях;

в) Междуведомственной комиссии по изучению солянокупольных областей и связанных с ними полезных ископаемых рекомендовать провести широкое обсуждение этих работ в процессе их подготовки к изданию;

5) основными направлениями поисково-разведочных работ в Прикаспийской впадине считать изучение:

а) подсолевых отложений, в первую очередь в зоне южного продолжения Соль-Илецкого выступа, на восточном, юго-восточном и северном бортах впадины;

б) пермских и триасовых отложений прибортовых районов, междуречья Урал — Волга и Хобдинской зоны;

в) юрских и нижнемеловых отложений в Эмбенском районе и в междуречье Урал — Волга в целях увеличения ресурсов высококачественных масляных нефтей;

6) ускорить региональные геолого-геофизические исследования Прикаспийской впадины и просить Министерство геологии Казахской ССР совместно с научно-исследовательскими институтами подготовить предложения к плану этих работ на 1971—1975 гг.; в плане желательно предусмотреть увеличение объема параметрического бурения, а также мероприятия по повышению качества проводки скважин, в частности, отбора керна, и по улучшению методики вскрытия нефтегазоносных пластов и опробования скважин;

7) завершить геологическую съемку и издание геологических карт в масштабе 1:200 000 по всей территории Прикаспийской впадины для составления геологической карты со снятием верхнеплиоценовых и четвертичных отложений; считать целесообразным в районах первоочередных поисково-разведочных работ завершить полистную геологическую съемку масштаба 1:50 000; геологические съемки сопровождать структурно-геоморфологическим анализом и необходимыми тематическими исследованиями;

8) составить план гравиметрических съемок в Прикаспийской впадине, предусмотрев в нем значительный объем детальных работ повышенной точности;

9) продолжить региональные сейсмические исследования в Прикаспийской впадине, в первую очередь в ее бортовых зонах; они долж-

ны освещать строение всей осадочной толщи, кровлю кристаллического фундамента, а по отдельным профилям — земной коры до границы Мохоровичича;

10) в более широких объемах продолжить опытные работы по совершенствованию методики геофизических исследований надсолевых (особенно пермских и триасовых), подсолевых отложений и кровли соли Прикаспия;

11) комплексировать площадные сейсморазведочные работы на соляных куполах со структурным бурением, для чего обязательно согласовывать проекты сейсмических и буровых работ и выполнять их одновременно;

12) при интерпретации геологических материалов более широко использовать последние достижения в области аналоговой и цифровой техники;

13) ускорить обобщение геофизических материалов о северной бортовой зоне Прикаспийской впадины на основе новейших геологических и буровых данных;

14) увеличить объем параметрического и поисково-разведочного бурения для изучения среднепалеозойского соленосного и подсолевого осадочных комплексов и усилить сейсмические исследования в Чу-Сарысуйской впадине; научно-исследовательским организациям в течение двух-трех лет провести обработку и обобщение имеющихся фактических материалов для выяснения коллекторских свойств нефтегазоносных толщ и закономерностей их изменения;

15) просить Министерство геологии СССР принять меры по ускорению научно-исследовательскими организациями разработки промыслово-геофизической аппаратуры для исследований в сверхглубоких и высокотемпературных скважинах;

16) ввиду быстрого развития геофизических методов и оснащения их новейшей аппаратурой просить МГ СССР и МНДП СССР организовать постоянно действующие курсы и семинары по повышению квалификации работников геофизической службы различных специальностей;

17) возобновить работу Междуведомственной координационной комиссии при Министерстве геологии КазССР; считать ее первоочередной задачей организацию и завершение в ближайшие два-три года составления единых итоговых документов, обобщающих результаты региональных и поисково-разведочных работ по Прикаспийской впадине.

УДК 553.981'982:550.812

**Результаты геологопоисковых и разведочных работ на нефть и газ в Прикаспийской впадине и перспективы их дальнейшего развития.** Курманов С. К., Краев П. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 4—9.

Подведены итоги десятилетних региональных и детальных нефтепоисковых работ и на их основании сделан вывод о целесообразности поисков месторождений нефти и газа в подсолевых и надсолевых отложениях прибортовых зон Прикаспийской впадины.

УДК 553.63

**Новые взгляды на природу ископаемых солей.** Созанский В. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 10—15.

Новые данные о строении ископаемых солеродных бассейнов и развитии океанов позволяют пересмотреть классические представления о формировании мощных соленосных толщ как продукта простого испарения морской воды. Солеобразование связано с поступлением летучих компонентов по глубинным разломам из подкоровых зон Земли непосредственно в солеродный бассейн.
Библ. 20.

УДК 551.247:553.982.003.1

**Принципы генетической классификации соляных диапиров в связи с прогнозированием глубинной нефтегазоносности.** Балуховский Н. Ф. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 16—22.

Среди локальных диапиров различают структуры глубинных планетарных разломов, разрывных нарушений, «инверсионные», паразитарные и «щита черепахи». Наиболее перспективны на нефть и газ структуры первого и второго типов.
Илл. 2, библ. 9.

УДК 551.247

**Оценка концепций соляного тектогенеза на основании геологических данных.** Китык В. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 23—31.

Всесторонний анализ структурно-морфологических особенностей солянокупольных областей и истории их развития свидетельствует о том, что возникновение и дальнейшее формирование соляных структур связывается с теми же региональными тектоническими процессами, что и образование складок и разрывных смещений в других породах.
Табл. 2.

УДК 551.247.035(547.1—925.22)

**Механизм образования солянокупольных структур в Прикаспийской синеклизе.** Жолтаев Г. Ж. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 32—38.

Вследствие региональных восходящих тектонических движений соленосная толща изгибается в пластообразном состоянии согласно подсолевой поверхности. Потом начинают сказываться неравномерные тектонические напряжения и гравитационная нагрузка, что приводит к формированию над подсолевыми поднятиями соляных ядер.
Илл. 1, библ. 27.

УДК 551.247.035

**О некоторых процессах образования соляных структур в условиях седиментации.** Микуцкий С. П. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 39—45.

В глубоко погруженных и изолированных от открытого моря бассейнах при струйном поступлении глубинных рассолов происходит неравномерная по мощности садка солей. При этом формируются тела, мощность которых резко уменьшается при удалении от питающей зоны, за счет чего создается первичная соляная структура.
Илл. 1, библ. 14.

УДК 551.247(574.1—925.22)

**Некоторые черты строения, развития и формирования солевой структуры Прикаспийской впадины.** Свиточ А. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 46—52.

Современная соляная структура впадины характеризуется полигональностью. В основе галокинеза Прикаспийской впадины лежат гравитационные силы, главным образом конвективная неустойчивость.
Илл. 2, библ. 7.

УДК 551.247

**О некоторых закономерностях и причинах внутренней структуры диапировых куполов.** Паталаха Е. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 53—61.

На основании теоретических обобщений и моделирования показано, что диапиры можно рассматривать как один из частных примеров зон динамометаморфизма, когда имеется большой контраст в текучих свойствах интрудирующей и интрудируемой толщ.
Илл. 2, табл. 2, библ. 7.

УДК 551.247.035(574.12)

**Механизм формирования соляных куполов юго-востока Прикаспийской впадины.** Горфункель М. В., Слепакова Г. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 62—66.

Под действием подвижек подсолевых блоков соль пластически деформируется и выдавливается в ослабленные зоны, образуя соляные штоки. Надсолевая толща выступает в роли «упора», причем главным образом за счет тяжести.
Библ. 7.

УДК 551.247.001.11

**К вопросу теории образования соляных структур.** Мартынов А. А., Серов А. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 67—69.

В основе динамики соляного тектогенеза лежат силы, вызванные энергией тектонического процесса. В момент действия тектонических сил происходит их дифференциация согласно изменениям геодинамических напряжений. Показано, что под влиянием гравитационных сил соль не может прийти в первоначальное движение.

УДК 551.247.03

**О двух основных факторах, определяющих формирование солянокупольных структур.** Баранов И. Г., Ларченков А. Я., Хныкин В. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 70—74.

Авторы статьи приходят к выводу о том, что образование солянокупольных структур обусловлено тектоническим и гравитационным факторами при ведущем значении первого.

Табл. 1, библ. 8.

УДК 551.247.03

**Внутренняя тектоника соли и физические основы соляной тектоники.** Ошакпаев Т. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 75—77.

В статье рассматриваются вопросы физической сущности и механизма деформации каменной соли и приводятся новые данные о закономерностях проявлений внутренней тектоники соляных структур: линейности, будинаж-структуры и складчатости.

Библ. 4.

УДК 551.247(574.1—925.22)

**Генезис и механизм образования солянокупольных структур Прикаспийской впадины.** Ошакпаев Т. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 78—81.

При опускании территории толща покровного ангидрита разбивается на полигональные блоки. На границах блоков вследствие гидратации ангидрита, сопровождаемой увеличением объема сульфатов и расчленением рельефа дна бассейна, возникают пониженные давления, что предопределяет формирование здесь соляных антиклиналей.

Библ. 3.

УДК 551.247:551.981'982:550.812

**Солянокупольные области и проблема поисков залежей нефти и газа на больших глубинах.** Завьялов В. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 82—85.

При поисках нефтегазовых залежей на больших глубинах одна из первоочередных задач — обнаружение надежных покрышек для углеводородов. В условиях повышенных давлений и температур такими покрышками являются галогенно-сульфатные и карбонатные породы, слагающие нижнюю часть разреза солеродных бассейнов.

Библ. 17.

УДК 551.247.03

**Тепловое расширение как фактор соляного тектогенеза.** Гавшин В. М., Волонтэй Г. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 86—87.

Коэффициент объемного расширения соли в несколько раз превышает соответствующую величину для терригенных пород. Вследствие теплового расширения на глубине соль оказывает активное давление на вмещающие породы и движется в зоны пониженных нагрузок. В связи с этим авторы обращают внимание на активную деформирующую роль расширяющегося вещества в развитии тектонических форм.

Табл. 1, библ. 6.

УДК 553.981(574.1—925.22)

**Проблема газоносности Прикаспийской впадины.** Соколов В. Л. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 88—90.

Подсолевые отложения Прикаспийской впадины представляют мощный источник нефтегазообразования. Через «окна» в солевом экране углеводороды проникают в надсолевой комплекс. Нефтяные залежи на куполах следует рассматривать как индикаторы газоносности межкупольных зон.
Илл. 1.

УДК 551.247:553.931'982(574.1—925.22)

**Нефтегазоносность солянокупольных бассейнов и методика поисковых работ в Прикаспийской впадине.** Соколин Х. Г., Хромов В. Т., Восуги М. Ф., Долицкая Т. В. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 91—96.

Нефтегазонакопление в платформенных солянокупольных бассейнах контролируется зонами резкого регионального градиента мощностей отложений комплекса, имеющими форму палеофлексуры (тренда) или палеопрогиба (трога). Исходя из этой закономерности должны планироваться нефтепоисковые работы в Прикаспийской впадине.
Табл. 1.

УДК 551.247:553.981'982(574.1—925.22)

**Черты унаследованности в строении Прикаспия и их влияние на размещение нефти и газа.** Сейфуль-Мулюков Р. Б., Зубова М. А., Толстой Н. С., Чепелюгин А. Б., Шереметьева Г. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 97—101.

В Прикаспийской синеклизе по аналогии с Волго-Уральской областью предполагается приуроченность месторождений нефти и газа к зонам линейных дислокаций. По мезозойскому комплексу осадков подобные зоны имеют северо-западное простирание и совпадают в плане с рифей-нижнедевонскими структурами.
Илл. 2.

УДК 551.4:551.24(574.1—925.22)

**Отражение глубинного строения Прикаспийской впадины в ее современном структурном плане и рельефе.** Аристархова Л. Б., Журавлев В. С. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 102—106.

В Прикаспийской впадине наблюдается отчетливая связь линейных морфоструктур с уступами подсолевого ложа и разломами фундамента, а площадных морфоструктур — с крупными блоками фундамента. Это помогает расшифровке глубинного строения впадины.
Илл. 1, библ. 13.

УДК [551.24+553.981'982](574.1—925.22)

**Особенности тектонического строения и газонефтеносности юго-западной части Прикаспийской впадины.** Федоров Д. Л., Кулаков С. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 107—109.

Во внутренней зоне юго-западной части Прикаспийской впадины развиты разнообразные по своему строению соляные купола, а также межкупольные поднятия. Признаки нефтегазоносности известны по всему вскрытому разрезу от палеозоя до палеогена включительно.

УДК 551.24:553.981'982:550.812(574.1—925.22)

**Тектоническое районирование западной части Прикаспийской впадины и методика нефтегазопоисковых работ.** Аксенов А. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 110—113.

Выделяются зона внешнего обрамления и солянокупольная область собственно Прикаспийской впадины. Последняя подразделяется на западную прибортовую и южную краевую части, которые включают в себя ряд сводовых поднятий, прогибов, антиклинальных зон и других структур.
Илл. 1.

УДК 551.247:553.981'982(574.1—925.22)

**Строение и перспективы нефтегазоносности соляных валов северной бортовой зоны Прикаспийской впадины.** Даумов С. Г., Ли К. А., Лата И. Г., Курманов С. К. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 114—115.

Во внутренней прибортовой зоне прослеживаются два соляных вала, ориентированных вдоль бортового уступа. В надсолевом комплексе здесь отсутствуют объекты, перспективные на нефть и газ. Основные перспективы нефтегазоносности связываются с подсолевыми отложениями.

УДК 552.578.3(574.1—925.22)

**Битуминозность отложений Прикаспия и возможность миграции углеводородных соединений из подсолевых отложений.** Шмайс И. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР». Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 116—119.

Выявленные в надсолевых отложениях залежи нефти и газа могли сформироваться как за счет латеральной миграции, так и благодаря подтоку углеводородов из подсолевых отложений. Для второго варианта рассмотрены условия и пути миграции нефти и газа.
Илл. 1, библ. 6.

УДК 551.247(574.1—925.22)

**Соляная тектоника Прикаспийской впадины и ее соотношение со структурами фундамента.** Цветков Д. В. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 120—122.

Подавляющее большинство соляных куполов образует соляные гребни. Положение осей соляных гребней соответствует положению флексур и разломов подсолевого палеозоя и фундамента.
Библ. 10.

УДК 551.247(574.1—925.22)

**Ориентировка главных осей соляных структур Прикаспийской синеклизы и ее связь с глубинной тектоникой.** Банера Н. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 123—125.

По ориентировке главных осей соляных структур выделяются прибортовая полоса, южная прибортовая и центральная части. Повсеместно устанавливается зависимость направления большинства соляных гряд от допозднетриасовых дислокаций подсолевого ложа.
Библ. 4.

УДК 551.243:553.981'982'(574.1—925.22)

**Классификация локальных положительных структур западной части Прикаспийской впадины.** Джумагалиев Т. Н., Живодеров А. Б., Мойсик Б. Г., Утегалиев С. У. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 126—129.

Среди локальных положительных структур в надсолевом комплексе выделены соляные антиклинали, соляные валы, соляные купола и межкупольные поднятия. Устанавливается четкая зависимость в размещении первых трех типов структур от первоначальной мощности соли и особенностей строения подсолевого ложа.

Табл. 1.

УДК 551.247(574.12)

**Основные черты развития солянокупольных структур Южной Эмбы.** Маташев М. М., Турков О. С. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 130—134.

В позднепермское время наряду с локальными скоплениями соли формировались крупные соляные гряды и массивы. Позже на их телах зародились «дочерние» соляные ядра. В разделяющих соляные гряды и массивы межмассивных депрессиях широко распространены разнообразные межкупольные поднятия. Развитие всех солянокупольных структур обусловлено преимущественно тектоническими причинами.

Илл. 2, библ. 3.

УДК 551.247(574.1—925.22)

**Классификация отрицательных структур соляной тектоники (на примере восточной части Прикаспийской впадины).** Азнабаев Э. К., Бейсенов Б. Б., Маташев М. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 135—138.

Среди отрицательных структур в надсолевом комплексе выделяются межкупольные прогибы, прикупольные компенсационные мульды и грабены (мульды оседания). Особый интерес в нефтегазоносном отношении представляют межкупольные прогибы.

Илл. 1, табл. 1, библ. 3.

УДК 551.247(574.12)

**К методике структурного анализа солянокупольных областей (на примере Южной Эмбы).** Турков О. С., Маташев М. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 139—145.

В статье рассмотрены вопросы расчленения осадочного чехла солянокупольных бассейнов на структурные комплексы и предложены новые методы составления региональных структурных карт и карт палеомощностей со снятием искажающего влияния солянокупольной тектоники.

Илл. 3, библ. 9.

УДК 551.247:550.8.012

**Методика изучения и некоторые закономерности тектоники солянокупольных областей.** Андреев А. П., Волож Ю. А., Кунин Н. Я. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 146—149.

Описана методика определения начальной мощности материнского пласта соли, выяснения региональной структуры кровли соляного пласта, а также оценки амплитуды регионального погружения территории в фиксированный промежуток времени.

УДК 551.247.035(574.13)

**Дизъюнктивная тектоника подсолевого ложа и ее влияние на формирование соляных антиклиналей и нефтегазоносных структур в Предуральском краевом прогибе.** Хатьянов Ф. И., Насыров С. С., Тихонова В. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 150—153.

По данным геофизических исследований в подсолевых отложениях выделены субмеридиональные региональные разломы (взбросы и шарьяжи) большой амплитуды. На восточном борту прогиба с ними генетически связаны подсолевые локальные структуры и соляные антиклинали.

Библ. 7.

УДК 551.736.3:553.981'982(574.12)

**Особенности строения верхнепермских отложений восточной части Прикаспийской синеклизы в связи с их нефтегазоносностью.** Булекбаев З. Е., Жолтаев Г. Ж. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 154—156.

Верхнепермские отложения выполняют межкупольные депрессии и подвержены максимальной дислоцированности у крутых склонов прорывающих их соляных штоков. В межкупольных зонах они чаще всего имеют синклинальное строение, реже образуют антиклинальные структуры. Описаны межкупольные поднятия Кзылбулак, Каратас и Жиделикум.

Библ. 4.

УДК 551.247:553.981'982(574.12—11)

**Сравнительная характеристика строения и нефтеносности соляных структур Припятской и восточной окраины Прикаспийской впадин.** Багаутдинов Р. З., Конищев В. С. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 157—160.

В обеих солянокупольных областях развиты однотипные локальные структуры, устанавливаются преимущественно прямые соотношения структурных планов подсолевых и солевых структур, фиксируется вертикальная миграция нефти из подсолевых отложений и намечается многофазное формирование залежей в надсолевом комплексе.

УДК 551.247(574.12/13)

**Некоторые особенности строения солянокупольных структур Центральной Эмбы.** Бондарчук Г. К., Бегалиев У. К., Бондарчук Л. С. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 161—164.

Характер линейного расположения соляных куполов, основных нарушений *на них и мульд оседания, а также анализ современной морфоструктуры райо*на указывают на зависимость солянокупольной тектоники от блоковых подвижек фундамента и дислокаций подсолевого ложа.

Илл. 2, библ. 7.

УДК 551.311.8(574.13)

**Ископаемый грязевой вулкан Биштамакской брахиантиклинали в Актюбинском Приуралье.** Бакиров К. Х., Чимбулатов М. А., Яковлев А. В. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 165—168.

В основании кунгурского яруса на Биштамакской антиклинали выявлена брекчия, аналогичная сопочным брекчиям грязевых вулканов нефтеносных областей. Обнаружение ископаемого грязевого вулкана повышает перспективы нефтегазоносности района.

Илл. 2.

УДК 551.247(574.11)

**Тектоника подсолевого палеозоя и его структурные соотношения с соляными массами и надсолевыми отложениями в северо-западной части Прикаспийской впадины.** З л и з и н а А. Г. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», АлмаАта, «Наука» КазССР, 1973, стр. 169—174.

По подсолевому палеозою выделены сложнопостроенная прибортовая часть, состоящая из приразломной гомоклинали, зоны бортовых уступов и прибортовых поднятий, и центральная часть, включающая в себя зону прибортовых прогибов и зону центральных поднятий и прогибов. Отмечается прямая унаследованность крупных структур подсолевого и верхнетриасового — палеогенового комплексов.

Илл. 2.

УДК 551.247

**Инверсионные соляные структуры.** Б р а ж н и к о в Г. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 175—180.

В Волго-Уральской провинции в результате частных инверсионных процессов сформировалось большое количество положительных локальных структур. Такой же генезис имеют некоторые соляные поднятия на Приволжской моноклинали и в других солянокупольных районах.

Илл. 3, библ. 19.

УДК 551.247

**Соляные структуры молодых платформ Евразии.** Г а р е ц к и й Р. Г. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 181—185.

Дана характеристика солянокупольной тектоники Туранской, Мизийской, Западноевропейской, Центральноевропейской и Аквитанской плит. Развитие солянокупольных структур связывается как с тектоническими причинами, так и с физическими свойствами соли.

Библ. 18.

УДК 551.247:553.981'982(574.52/53)

**Соляные структуры Чуйской впадины и перспективы их нефтегазоносности.** М а й л и б а е в М. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 186—187.

Выявленные в низовьях р. Чу соляные купола в большинстве случаев приурочены к антиклиналям в подсолевом ложе или к разломам, осложняющим поверхность фундамента. Здесь отсутствует четкий диапиризм соли, развиты соляные структуры приподымания, сводовые части которых глубоко размыты.

УДК 551.247(575)

**Особенности соляной тектоники Ферганского, Афгано-Таджикского и востока Каракумского газонефтеносных бассейнов.** Рыжков О. А., Шейн В. С., Екшибаров С. В., Зеленин Н. А., Максудов И. З., Машрапов З. М. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 188—190.

На рассматриваемой территории соляная тектоника в пределах орогена проявилась интенсивнее, чем на плите. Ее развитие обусловлено региональными тектоническими движениями неоген-антропогенового времени. В меньшей мере влияет гравитационный фактор.

УДК 551.248:553.981'982

**О генетическом единстве Днепровско-Донецкой и Припятской впадин в связи с их нефтегазоносностью.** Савченко В. И., Смирнова Н. Н., Цыпко А. К. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 191—193.

Анализ особенностей строения кристаллического фундамента и истории геологического развития региона на платформенном этапе приводит к выводу о том, что Днепровско-Донецкая и Припятская впадины являются составными частями единой крупной структуры — Припятско-Донецкого прогиба.
Библ. 6.

УДК 551.243:553.981'982

**Роль разрывных нарушений в формировании залежей нефти в межсолевых и подсолевых отложениях на примере Припятской впадины.** Горелик З. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 194—197.

Субширотные региональные разломы Припятской впадины не только обусловили образование локальных ловушек, но и способствовали формированию и разрушению подсолевых и межсолевых залежей нефти.
Библ. 8.

УДК 551.247:553.981'982:550.812.1

**Группы и типы солянокупольных структур Днепровско-Донецкой впадины и методика поисков и разведки связанных с ними залежей нефти и газа.** Арсирий Ю. А., Баранов И. Г., Ларченков А. Я. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 198—200.

В зависимости от присутствия в разрезе одной или двух соленосных формаций различают две группы солянокупольных структур. По стратиграфическому уровню подъема соляного ядра они в свою очередь подразделяются на четыре типа: предфаменские, предкаменноугольные, предверхнепермские, предпалеогеновые и предчетвертичные.

УДК 551.247

**О соотношении структурных планов в прогибах, разделяющих солянокупольные поднятия, и истории их формирования.** Андреева Р. И., Гдалевская Ц. М., Чайка В. Г. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 201—203.

По каменноугольно-нижнепермскому и верхнепермско-меловому комплексам выделяются три типа межкупольных прогибов: сквозные, смещенные и погребенные. Значительные структурные несогласия обусловлены влиянием соляного тектогенеза и региональным изменением мощности краматорской свиты.
Библ. 3.

УДК 551.24

**Глубинное строение Припятской впадины в свете новых геолого-геофизических данных.** Знаменская К. Ф. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 204—207.

На основании трансформации наблюденного гравитационного поля в верхнее полупространство на различные уровни удалось выделить гравитационные ступени, зональные минимумы и максимумы, которые хорошо коррелируются с поверхностью Мохоровичича. Строение фундамента впадины четко отражается на картах $W_{zz}$ для высоты 1 *км*.

Илл. 1, библ. 5.

УДК 551.734.5:552.53+551.247.035

**Особенности геологического строения фаменской соленосной толщи северной зоны Припятской впадины и некоторые вопросы формирования соляных структур.** Кислик В. З., Лупинович Ю. И., Высоцкий Э. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 208—210.

В разрезе верхней соленосной толщи выделяются нижняя — галитовая и верхняя — глинисто-галитовая (калиеносная) подтолщи. Они четко различаются по степени соленасыщения, литологическому составу пород и проявлению соляной тектоники, которая наиболее интенсивно развита в галитовой подтолще.

Библ. 5.

УДК 551.247:553.981'982

**Общие закономерности геологического строения и нефтегазоносности солянокупольных структур Иркутского амфитеатра, Припятской и Прикаспийской впадин.** Карасева В. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 211—213.

Своеобразие проявления соляной тектоники зависит от тектонической природы бассейнов и их тектонической активности. Формирование газонефтяных залежей происходит в два этапа: 1) накопление углеводородов до соляного тектогенеза; 2) формирование новых залежей в ловушках, возникающих при пластической деформации соляных масс.

Библ. 4.

УДК 551.247.031

**Особенности соляного тектогенеза в Припятской впадине.** Макаревич В. Н. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 214—216.

Соляному тектогенезу подверглась лишь галитовая подтолща фаменского яруса. Первопричиной соляного тектогенеза были движения блоков фундамента и подсолевого ложа по разломам. Рост структур носил скачкообразный характер и наиболее интенсивно проявился в период региональных подъемов и перерывов в осадконакоплении.

Библ. 5.

УДК 551.247

**Закономерности регионального изменения структурных планов галогенной формации Припятской впадины.** Айзберг Р. Е., Горелик З. А., Синичка А. М., Анцупов П. В., Тырышкин С. Б. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр, 217—219.

Девонская галогенная формация Припятской впадины четко разделяется на две субформации: нижнюю, включающую франскую соль и межсолевые отложения, и верхнюю — фаменскую соленосную. Для нижней субформации характерно полное унаследование структурного плана подсолевого ложа. Структура верхней субформации более сложна вследствие существенной тектонической дифференциации к концу соленакопления, а также развития соляного тектогенеза.

Библ. 5.

УДК 550.822

**Методика параметрического бурения в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах.** Кожевников И. И., Соловьев Б. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 220—224.

В настоящее время эффективность параметрического бурения в обеих впадинах низкая. Проектирование скважин, их проходка, отбор керна, геолого-геофизические исследования, опробование скважин, а также комплексная научная обработка полученных материалов требуют существенного улучшения.

УДК 551.247:550.83(574.1—925.22)

**Изучение соляных куполов восточной части Прикаспийской впадины геофизическими методами.** Дюсенгалиев Т. С., Кан В. П., Пилифосов В. М., Чанышев Р. Х. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, стр. 225—226.

Изучение строения соляных куполов на востоке Прикаспийской впадины проводится в основном сейсморазведкой МОВ в комплексе с данными КМПВ, грави- и электроразведки. Лишь в отдельных случаях применяются МРНП и скважинная сейсморазведка.

УДК 550.83:553.981'982(574.1—925.22)

**Геофизические исследования и направление поисково-разведочных работ на нефть и газ в северо-западной части Прикаспийской впадины.** Живодеров А. Б. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 227—229.

На рассматриваемой территории выделяются две крупные зоны: северная бортовая и внутренняя солянокупольная. В первой зоне детальными геофизическими исследованиями охвачены подсолевые отложения. Нефтепоисковые работы на куполах ориентированы на периферийные их части. Точность геофизических исследований при изучении таких объектов невелика.

УДК 550.831:552.53

**Определение глубины залегания кровли соли по гравиметрическим данным.** Скутина А. П., Трайнин Л. П., Дюсенгалиев Т. С., Тасыбаев Б. С. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 230—231.

По карте остаточных аномалий силы тяжести с помощью номограммы, рассчитанной по уравнению множественно-корреляционных связей, построена структурная схема по кровле соли для Хобдинского района. Отмечается удовлетворительное совпадение ее с данными сейсморазведки.

УДК 550.834:532.05

**Интерпретация первичных данных МРНП с помощью корреляционной схемы суммолент.** Азнабаев Э. К., Нарембаев Т. К. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 232—234.

Излагается сущность построения корреляционной схемы по первичным суммолентам и приведены результаты применения этого метода при изучении подсолевых отложений восточной части Прикаспийской впадины.

Илл. 1.

УДК 550.831:551.247

**О методе приближенного решения обратной задачи гравиметрии в связи с поисками солянокупольных структур.** Журавлев И. А. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 235—238.

В основе методики лежит идея об аномалеобразующем теле как совокупности кубических блоков и замене их точечными массами. Достоинством метода является то, что он позволяет получить устойчивое нормальное решение.
Библ. 5.

УДК 550.832.4.05:551.247

**Решение задач количественной интерпретации данных скважинной сейсморазведки с помощью ЦВМ (применительно к солянокупольным областям).** Каламкаров Л. В., Мартовский Г. В., Тумилович Н. И. «Тектоника и нефтегазоносность солянокупольных областей СССР», Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1973, стр. 239—243.

Рассмотрены возможности решения задачи и составления алгоритма для скважинной сейсморазведки в условиях дефицита информации о физических параметрах среды.
Илл. 2.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . . 3

**Галогенез и образование солянокупольных структур**

С. К. Курманов, П. И. Краев. Результаты геологопоисковых и разведочных работ на нефть и газ в Прикаспийской впадине и перспективы их дальнейшего развития . . . . . 4

В. И. Єозанский. Новые взгляды на природу ископаемых солей . . . . . 10

Н. Ф. Балуховский. Принципы генетической классификации соляных диапиров в связи с прогнозированием глубинной нефтегазоносности . . 16

В. И. Китык. Оценка концепций соляного тектогенеза на основании геологических данных . . . . . 23

Г. Ж. Жолтаев. Механизм образования солянокупольных структур в Прикаспийской синеклизе . . . . . 32

С. П. Микуцкий. О некоторых процессах образования соляных структур в условиях седиментации . . . . . 39

А. А. Свиточ. Некоторые черты строения, развития и формирования соляной структуры Прикаспийской впадины . . . . . 46

Е. И. Паталаха. О некоторых закономерностях и причинах внутренней структуры диапировых куполов . . . . . 53

М. В. Горфункель, Г. И. Слепакова. Механизм формирования соляных куполов юго-востока Прикаспийской впадины . . . . . 62

А. А. Мартынов, А. И. Серов. К вопросу теории образования соляных структур . . . . . 67

И. Г. Баранов, А. Я. Ларченков, В. И. Хныкин. О двух основных факторах, определяющих формирование солянокупольных структур . . 70

Т. А. Ошакпаев. Внутренняя тектоника соли и физические основы соляной тектоники . . . . . 75

Т. А. Ошакпаев. Генезис и механизм образования солянокупольных структур Прикаспийской впадины . . . . . 78

В. М. Завьялов. Солянокупольные области и проблема поисков залежей нефти и газа на больших глубинах . . . . . 82

В. М. Гавшин, Г. М. Волонтэй. Тепловое расширение как фактор соляного тектогенеза . . . . . 86

**Тектоника и нефтегазоносность регионов развития соляных структур**

В. Л. Соколов. Проблема газоносности Прикаспийской впадины . . . . . 88

Х. Г. Соколин, В. Т. Хромов, М. Ф. Восуги, Т. В. Долицкая. Нефтегазоносность солянокупольных бассейнов и методика поисковых работ в Прикаспийской впадине . . . . . 91

Р. Б. Сейфуль-Мулюков., М. А. Зубова, Н. С. Толстой, А. Б. Чепелюгин, Г. А. Шереметьева. Черты унаследованности в строении Прикаспия и их влияние на размещение нефти и газа . . . 97

Л. Б. Аристархова, В. С. Журавлев. Отражение глубинного строения Прикаспийской впадины в ее современном структурном плане и рельефе . . . . . 102

Д. Л. Федоров, С. И. Кулаков. Особенности тектонического строения и газонефтеносности юго-западной части Прикаспийской впадины . . 107

А. А. Аксенов. Тектоническое районирование западной части Прикаспийской впадины и методика нефтегазопоисковых работ . . . . . 110
С. Г. Даумов, К. А. Ли, И. Г. Лата, С. К. Курманов. Строение и перспективы нефтегазоносности соляных валов северной бортовой зоны Прикаспийской впадины . . . . . 114
И. И. Шмайс. Битуминозность отложений Прикаспия и возможность миграции углеводородных соединений из подсолевых отложений . . . 118
Д. В. Цветков. Соляная тектоника Прикаспийской впадины и ее соотношение со структурами фундамента . . . . . 120
Н. И. Банера. Ориентировка главных осей соляных структур Прикаспийской синеклизы и ее связь с глубинной тектоникой . . . . . 123
Т. Н. Джумагалиев, А. Б. Живодеров, Б. Г. Мойсик, С. У. Утегалиев. Классификация локальных положительных структур западной части Прикаспийской впадины . . . . . 126
М. М. Маташев, О. С. Турков. Основные черты развития солянокупольных структур Южной Эмбы . . . . . 130
Э. К. Азнабаев, Б. Б. Бейсенов, М. М. Маташев. Классификация отрицательных структур соляной тектоники (на примере восточной части Прикаспийской впадины) . . . . . 135
О. С. Турков, М. М. Маташев. К методике структурного анализа солянокупольных областей (на примере Южной Эмбы) . . . . . 139
А. П. Андреев, Ю. А. Волож, Н. Я. Кунин. Методика изучения и некоторые закономерности тектоники солянокупольных областей . . . 146
Ф. И. Хатьянов, С. С. Насыров, В. А. Тихонова. Дизъюнктивная тектоника подсолевого ложа и ее влияние на формирование соляных антиклиналей и нефтегазоносных структур в Предуральском краевом прогибе . . . . . 150
З. Е. Булекбаев, Г. Ж. Жолтаев. Особенности строения верхнепермских отложений восточной части Прикаспийской синеклизы в связи с их нефтегазоносностью . . . . . 154
Р. З. Багаутдинов, В. С. Конищев. Сравнительная характеристика строения и нефтеносности соляных структур Припятской и восточной окраины Прикаспийской впадин . . . . . 157
Г. К. Бондарчук, У. К. Бегалиев, Л. С. Бондарчук. Некоторые особенности строения солянокупольных структур Центральной Эмбы . . 161
К. Х. Бакиров, М. А. Чимбулатов, А. В. Яковлев. Ископаемый грязевой вулкан Биштамакской брахиантиклинали в Актюбинском Приуралье . . . . . 165
А. Г. Злизина. Тектоника подсолевого палеозоя и его структурные соотношения с соляными массами и надсолевыми отложениями в северо-западной части Прикаспийской впадины . . . . . 169
Г. А. Бражников. Инверсионные соляные структуры . . . . 175
Р. Г. Гарецкий. Соляные структуры молодых платформ Евразии . . . . . 181
М. М. Майлибаев. Соляные структуры Чуйской впадины и перспективы их нефтегазоносности . . . . . 186
О. А. Рыжков, В. С. Шейн, С. В. Екшибаров, Н. А. Зеленин, И. З. Максудов, З. М. Машрапов. Особенности соляной тектоники Ферганского, Афгано-Таджикского и востока Каракумского газонефтеносных бассейнов . . . . . 188
В. И. Савченко, Н. Н. Смирнова, А. К. Цыпко. О генетическом единстве Днепровско-Донецкой и Припятской впадин в связи с их нефтегазоносностью . . . . . 191
З. А. Горелик. Роль разрывных нарушений в формировании залежей нефти в межсолевых и подсолевых отложениях на примере Припятской впадины . . . . . 194
Ю. А. Арсирий, И. Г. Баранов, А. Я. Ларченков. Группы и типы солянокупольных структур Днепровско-Донецкой впадины и методика поисков и разведки связанных с ними залежей нефти и газа . . . . 198
Р. И. Андреева, Ц. М. Гдалевская, В. Г. Чайка. О соотношении структурных планов в прогибах, разделяющих солянокупольные поднятия, и истории их формирования . . . . . 201
К. Ф. Знаменская. Глубинное строение Припятской впадины в свете новых геолого-геофизических данных . . . . . 204
В. З. Кислик, Ю. И. Лупинович, Э. А. Высоцкий. Особенности геологического строения фаменской соленосной толщи северной зоны Припятской впадины и некоторые вопросы формирования соляных структур . . 208
В. И. Карасева. Общие закономерности геологического строения и нефтегазоносности солянокупольных структур Иркутского амфитеатра, Припятской и Прикаспийской впадин . . . . . 211

В. Н. Макаревич. Особенности соляного тектогенеза в Припятской впадине . . . . . 214
Р. Е. Айзберг, З. А. Горелик, А. М. Синичка, П. В. Анцупов, С. Б. Тырышкин. Закономерности регионального изменения структурных планов галогенной формации Припятской впадины . . . . . 217

**Методика поисково-разведочных работ**

И. И. Кожевников, Б. А. Соловьев. Методика параметрического бурения в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах . . . . 220
Т. С. Дюсенгалиев, В. П. Кан, В. М. Пилифосов, Р. Х. Чанышев. Изучение соляных куполов восточной части Прикаспийской впадины геофизическими методами . . . . . 225
А. Б. Живодеров. Геофизические исследования и направление поисково-разведочных работ на нефть и газ в северо-западной части Прикаспийской впадины . . . . . 227
А. П. Скутина, Л. П. Трайнин, Т. С. Дюсенгалиев, Б. С. Тасыбаев. Определение глубины залегания кровли соли по гравиметрическим данным . . . . . 230
Э. К. Азнабаев, Т. К. Нарембаев. Интерпретация первичных данных МРНП с помощью корреляционной схемы суммолент . . . . . 232
И. А. Журавлев. О методе приближенного решения обратной задачи гравиметрии в связи с поисками солянокупольных структур . . . . . 235
Л. В. Каламкаров, Г. В. Мартовский, Н. И. Тумилович. Решение задач количественной интерпретации данных скважинной сейсморазведки с помощью ЦВМ (применительно к солянокупольным областям) . 239
Решение III Всесоюзного симпозиума по изучению территории развития соляной тектоники в СССР . . . . . 244
Рефераты . . . . . 249

ТЕКТОНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ СССР

*(Материалы III Всесоюзного симпозиума*
*по изучению развития соляной тектоники в пределах СССР,*
*проходившего в Алма-Ате 21—25 апреля 1969 г.)*

*Утверждено к печати Ученым советом*
*ордена Трудового Красного Знамени*
*Института геологических наук им. К. И. Сатпаева*
*Академии наук Казахской ССР*

Редактор *Р. К. Даниленко*
Худож. редактор *А. Б. Мальцев*
Техн. редактор *В. К. Горячкина*
Корректор *Л. С. Нестерова*

* * *

Сдано в набор 6/XII 1972 г. Подписано к печати 6/II 1973 г.
Формат 70×108$^{1}/_{16}$. Бумага № 2. Усл. печ.-л. 23,1.
Уч.-изд. л. 24. Тираж 1450. УГ05461. Цена 2 р. 32 коп.

* * *

Типография издательства «Наука» Казахской ССР, г. Алма-Ата, ул. Шевченко, 28.
Зак. 193.

2052 к.

451