

А К А Д Е М И Я Н А У К С О Ю З А С С Р

Т Р У Д Ы
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 60. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 18). 1941

П. И. ЛУНИН

О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ СОЛЯНЫХ И НЕФТЕНОСНЫХ
ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУР ПРИУРАЛЬЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П. И. ЛУНИН

**О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ СОЛЯНЫХ И НЕФТЕНОСНЫХ
ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУР ПРИУРАЛЬЯ**

ОТ АВТОРА

Осенью 1939 г. я посетил Соликамский район для установления генезиса соляных структур.

После изучения доступного мне кернового и описательного материала по глубоким скважинам Соликамского калиевого рудоуправления и некоторым скважинам района, на основании изучения внешних форм мульд и куполов, а также и ранее произведенного изучения соляных структур в связи с погребенными структурами районов Верхнечусовских Городков и Ишимбаева, я пришел к выводу, что соляные мульды, установленные в Соликамском районе, генетически связаны с погребенными структурами, расположенными в синклинали и залегающими на глубине 500—600 м при общей глубине залегания постели соли 1000—1200 м, причем эти мульды являются зеркальным отражением погребенной под солью структуры.

Для проверки этих выводов была углублена скважина № 303 (расположенная в соликамской мульде). Погребенная структура была встречена этой скважиной на глубине 506 м и таким образом подтвердила наши предположения. Кроме того, этой скважиной был подтвержден разрез соленосной толщи, составленный мною перед ее проходкой.

**КРИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ВЗГЛЯДОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ
СОЛЯНЫХ СТРУКТУР**

Существует мнение, что соляные структуры обычно располагаются на сводовых частях складок.

Однако это мнение нельзя считать общепризнанным, и ему противопоставляется целый ряд иных, самых противоречивых взглядов. Не менее разноречивы и мнения о механике образования куполов. Объединяет все эти воззрения лишь то, что построены они на основании поверхностного изучения соляных залежей, без должного знания структуры их ядра, физико-географических условий жизни бассейна, в котором отлагались химические осадки, и даже их стратиграфии, а поэтому должны считаться спорными.

Соляные структуры установлены среди химических осадков, представленных как калиево-натриевыми солями, так и гипсо-ангидритами.

Исходя из этого, вопросы механики образования соляных структур распадаются на две части. Одна часть относится к вопросам собственно соляной тектоники, т. е. к вопросам, касающимся изучения механики образования соляных структур среди отложений, представленных в основном калиево-натриевыми солями. Другая часть обнимает вопросы гипсово-ангидритовой тектоники, т. е. вопросы, относящиеся к изучению механики образования соляных структур среди отложений гипсо-ангидритового состава без участия калиево-натриевых солей.

Наибольшее значение как у нас (по крайней мере до последнего времени), так и за границей уделялось вопросам собственно соляной тектоники.

Основные идеи большого числа иностранных специалистов по этой проблеме изложены в сборнике статей «Современное положение вопроса о соляных куполах» 1933 г. К ним относится точка зрения О. Ланселот (1933), который считает, что соляные купола — это результат прорыва покрывающих пород солью и расплывания ее по напластованию под более молодыми породами. Так образуются купола, по форме напоминающие перевернутый конус с «зазубринами». Среди советских геологов эта точка зрения разделяется В. П. Скворцовым (1933).

Самая распространенная точка зрения среди иностранных, а также, как увидим ниже, и среди советских геологов сводится к тому, что основным фактором, давшим движущую силу для образования соляных куполов, является вес покрывающих пород. Этому движению предшествовало складкообразование, послужившее направляющим фактором в этих движениях. Считают, что в результате горообразовательных процессов породы, подстилающие соль, в сводах поднятий подверглись разрушению и сносу в зоны прогибов. Вследствие этого имело место перераспределение материала, вызвавшее неравномерное давление покрывающих пород на соль и в связи с этим течение последней, в виду ее пластичности, из зон погружения, где давление было наибольшим, в зоны подъема, где давление было наименьшим. Под давлением вздымающейся соли покрывающие породы поднимались в виде куполов.

Этой точки зрения придерживается большинство иностранных специалистов, как-то: Д. Ромейнс (1933), Ф. Клапп (1933), Д. Гаррисон (1933), Е. Де-Голиер (1933) и др. Близки к ней и взгляды советских геологов, согласно которым намечаются следующие пять этапов в образовании соляных структур:

1-й этап — уральская складчатость и образование соляных бассейнов;

2-й этап — выпадение химических осадков с последующим накоплением осадков покрывающих толщ;

3-й этап — древнекиммерийская фаза складчатости и формирование соляных куполов;

4-й этап — последующие процессы формирования соляных куполов;

5-й этап — образование соляных мульд и грабен.

Впервые такая схема применительно к Урало-Эмбинскому району была дана В. Е. Руженцевым (1930). С точки зрения этого автора, образование соляных структур происходило в следующем порядке.

1. В результате уральской фазы складчатости на месте морского открытого бассейна образовался изолированный от открытого моря громадный водоем, дно которого было осложнено складчатостью.

2. В этом бассейне в условиях жаркого климата и тектонического покоя до конца нижнепермского времени отлагались химические осадки.

3. В древнекиммерийскую фазу складчатости толща химических осадков вместе с подстилающими и покрывающими породами была сложена в складки.

4. Эрозия и снос в сводах поднятий, вышедших на поверхность, и накопление в зонах прогиба вызвали течение соли из последних в сводовые части. Давлением вздымающейся соли были приподняты покрывающие породы, образовавшие купола, причем к концу процесса вздымание соли и поднятие покрывающих пород некоторое время происходили по инерции.

5. После прекращения вздымания соли по инерции произошло ее оседание, а вместе с солью осели и покрывающие породы, образовав мульды.

А. П. Смирнов (1933), вполне разделяя изложенную точку зрения В. Е. Руженцева по первым четырем этапам, придерживается иного взгляда относительно пятого этапа — образования мульд. Он считает, что поднятие покрывающих пород под действием вздымающих солей сопровождалось растяжением и разрывом первых. При дальнейшем поднятии одни глыбы отставали в своем подъеме, другие опережали их, чем и вызвано было образование мульд.

И. Г. Пермяков (1933) и А. А. Богданов (1934) применительно к высказанной выше точке зрения В. Е. Руженцева и А. П. Смирнова составили разрезы соленосных отложений, первый по линии Доссор—Сагиз Урало-Эмбинского района, а второй по линии Баскунчак — Шутайский гравитационный максимум — Чапчачи Нижнего Заволжья.

На этих разрезах авторы показывали скопление соли в сводах антиклиналей за счет выжимания ее под тяжестью покрывающих пород из синклиналей.

Вопреки этим точкам зрения А. Н. Степановым (1934) было доказано, что соляные купола Нижнего Заволжья приурочиваются не к сводовым частям антиклиналей, как это понималось В. Е. Руженцевым, А. П. Смирновым, И. Г. Пермяковым и А. А. Богдановым, а к синклиналям, с чем позже и А. А. Богданову пришлось согласиться (1931).

П. И. Климов (1935), В. А. Сельский (1936) и С. В. Шумилин (1935) относительно трех первых этапов вполне разделяют точку зрения В. Е. Руженцева и А. П. Смирнова, но далее они считают, что с окончанием складкообразования древнекиммерийской фазы, при условии возвышения складок над уровнем моря, к поверхностному разрушению присоединилось разрушение подземными циркулирующими водами, вызывавшее оседание покрывающих пород и образование мульд.

В 1937 г. И. Г. Пермяковым (1937) была высказана новая точка зрения на механику образования соляных структур. По первым двум этапам автор разделяет точку зрения предыдущих исследователей, далее же он считает, что в древнекиммерийскую фазу складчатости был собран в складки не весь комплекс пород, а только подстилающие породы, которые во время складкообразования протыкали соли как наиболее пластичную массу, причем соль, по его мнению, в местах протыкания нагревалась и делалась настолько пластичной, что покрывавшие ее породы тонули в ней, образуя мульды. В последних началось накопление осадков за счет разрушения и сноса покрывающих пород из соседних повышенных частей, что влекло за собой дальнейшее опускание уже вследствие увеличения мощности покрывающих пород за счет привноса нового материала и давления их на соль, вне зависимости от того, продолжалось ли складкообразование или нет.

В 1938 г. разведочными работами в районе строительства Соликамского гидроузла были также установлены соляные структуры типа эмбинских, механика образования которых описана геологами бригады ЦНИГРИ, возглавлявшейся П. И. Преображенским (1938, рукопись). Они считали, что на складчатом дне изолированного бассейна происходило отложение химических осадков хотя и повсеместно, но количественно зависящее от рельефа дна. Наибольшее накопление осадков приходилось на крылья складок, наименьшее — на гребни, что создавало

вдоль осей складок полосу наименьшего накопления осадков, которую авторы приняли за полосу наименьшего сопротивления. В древнекиммерийскую фазу складчатости в полосе наименьшего сопротивления складок произошло опускание, образовавшее таким образом на месте прежних поднятий прогибы, или мульды.

В 1939 г. по тому же вопросу появились две новые, ничего общего между собой не имеющие точки зрения.

Одна из этих точек зрения принадлежит Ю. Косыгину (1940), высказанная им на основании изучения материала по Урало-Эмбинской нефтеносной области. Относительно первых этапов жизни бассейна он, как и Г. И. Пермяков, считает, что после отложения химических осадков в изолированном бассейне в древнекиммерийскую фазу складчатости подстилающие соль породы были собраны в складки. Складки во время образования своими сводами проткнули и раздвинули соль, причем отнесенная к крыльям вновь возникших складок соль была осложнена мелкими складками. С окончанием складкообразования эти мелкие складки стали распрямляться, в связи с чем соль устремилась к сводам, вызвав здесь утолщение соляных пластов под приподнятыми и растянутыми покрывающими породами. На крыльях же складок одновременно под покрывающими породами образовались пустоты. Последующие тектонические движения привели к разрыву покрывающих пород вдоль оси складок с выпиранием соли по этим трещинам (диапиры), а на крыльях складок, там, где возникли пустоты, произошло оседание покрывающих пород и образование мульд.

Другая точка зрения была высказана летом 1939 г. Н. С. Шатским, А. А. Блюхиным и П. Е. Оффманом на основании изучения материалов разведок в Соликамском районе. Она изложена в предварительном отчете П. Е. Оффмана и др.

Представления этих исследователей о механике образования структур вполне совпадают с точкой зрения С. В. Шумилина и др., которые, как указано выше, считают, что после накопления химических осадков в громадном изолированном бассейне в древнекиммерийскую фазу складчатости вся толща пород образовала ряд складок меридионального направления и что под тяжестью покрывающих пород соль текла из прогибов и поднималась вверх к гребням антиклинальных поднятий. Благодаря близости к дневной поверхности сводовых частей этих поднятий произошло выщелачивание солей и оседание покрывающих пород в сводах. При таком понимании механики образования мульд отсутствие глинисто-мергелистых отложений под мульдами и наличие перематостей этих глинисто-мергелистых отложений на участках, прилегающих к мульдам, эти исследователи объясняют тем, что участвовавшие в выщелачивании циркулирующие воды, насыщенные гидрокарбонатными и сульфатно-хлоридными солями, способствовали «гидротехническому» изменению этих глинисто-мергелистых отложений, которые пришли в еще более пластичное состояние и под давлением вздымающихся солей снизу и вышележащих пород сверху выжались из-под мульд в краевые части сводов складки.

Из этого далеко не полного обзора мнений о процессах образования соляных структур видно, насколько разноречивы и к тому же неубедительны все эти мнения. Объясняется это тем, что авторы приведенных точек зрения недостаточно точно учитывали стратиграфию толщи химических осадков, как это показано на прилагаемой таблице сводных разрезов районов Чердыни, Соликамска, Верхнечусовских Городков, Ишимбаева и Урало-Эмбинской области (табл. 1), составленной по материалам этих авторов.

Такие разрезы являются слишком схематичными и не выражают истинной стратиграфии. Особенно это относится к толще химических осадков.

Сводные разрезы соленосных отложений Приуралья

Чердынский район (Иванов, 1930 ₂)	Соликамский район (Иванов, 1929, 1930 1, 2, 1933)	Верхнечусовской район (Сулин, 1933)	Ишимбаевский район (Богданов, 1931)	Урало-Эмбинский район (Косыгин, 1940)
Глинисто-мергелистая толща	Красноцветная толща	Песчано-глинистая толща	Переходная глинисто-мергелистая толща	Терригеново-карбонатный комплекс
Гипсоносные глины и гипсы	Песчаниково-известковая толща Плитняковая толща Глинисто-мергелистая толща			Сульфатный комплекс (глины с включениями ангидрита каменной соли)
Соляная толща с прослоями ангидрита и глины	Покровная каменная соль	Толща химических осадков	Толща химических осадков	Соляной комплекс
Глинисто-ангидритовая толща	Карналлитовая зона Сильвинитовая зона Нижняя каменная соль Глинисто-ангидритовая толща			
Глинистая толща	Глинистая толща	Глинистая толща	Глинистая толща	
Известковая толща	Известковая толща	Известковая толща	Известковая толща	

В тех же случаях, когда делались попытки дать схему механики образования соляных структур на основе расчленения толщи химических осадков на ряд свит, авторы делали выводы, недостаточно опирающиеся на факты. Для примера можно привести точку зрения на образования Смакаевской соляной структуры, высказанную А. А. Богдановым (1931).

Толщу химических осадков Ишимбаевского Приуралья он расчленяет на три свиты, считая сверху:

- 1) ангидрито-гипсово-глинистая;
- 2) соленосно-терригеновая;
- 3) ангидрито-доломитовая.

Далее автор отмечает, что вся эта толща химических осадков устанавливается только в прогибах, в то время как на сводах поднятий имеется только верхняя — ангидрито-гипсово-глинистая свита. На основании этого А. А. Богданов считает, что во время уральской фазы складчатости громадный морской бассейн был разбит на множество небольших лагун, приуроченных к пониженным участкам складок. В результате накопления соли и терригенового материала в этих лагунах, с одной стороны, и разрушения сводов — с другой, рельеф был сглажен, а затем покрыт глинисто-гипсово-ангидритовыми отложениями и комплексом красноцветных уфимских пород.

В древнекимерийскую фазу складчатости происходит увеличение амплитуды ранее созданных складок, распространяющееся и на покрывающие породы. В тех случаях, когда своды этих складок сближены, складки покрывающих пород осложняются согласно со складками подстилающих соль пород. Если же своды складок удалены друг от друга на большое расстояние и разделены глубоким прогибом, выполненным мощным комплексом солей, последние, будучи сдавлены, поднимают покрывающие породы над прогибом и даже прорывают их, образуя таким образом диапиры. В результате своды складок не всегда соответствуют сводовым частям постели соли.

Н. И. Буялов (1937) и А. А. Борисов (1938) эту теорию А. А. Богданова переносят на Урало-Эмбинский район и тем самым придают ей универсальное значение при объяснении механики образования соляных структур для всей площади соленосных отложений востока Европейской части СССР.

Однако детальное изучение соленосных отложений по многочисленным буровым скважинам Ишимбаева и Верхнечусовских Городков, а также послонное изучение разрезов по рекам Сылве, Ирени, Чусовой и Каме привели нас к убеждению, что на сводах поднятий мы имеем такой же разрез соленосных отложений, как и в прогибах. Следовательно, утверждения А. А. Богданова об отсутствии на сводах нижних двух свит толщи химических осадков не отвечают действительности, а его схема механики образования соляных структур оказывается так же необоснованной фактическим материалом, как и у его предшественников.

Вопросам гипсово-ангидритовой тектоники за границей уделяется гораздо меньше внимания, чем соляной тектонике. Основные положения изложены Г. Лийсом (1933) и сводятся к тому, что механика образования соляных куполов есть результат изменения объема сернокислого кальция при гидратации ангидрита. Советские геологи практически с этим вопросом не сталкивались и поэтому своих суждений не излагали, и только в последнее время Ю. А. Косыгин (1940), изучая вопросы механики образования соляных структур в Актюбинской области, дал детальное описание фактического материала и изложил свои оригинальные соображения, касающиеся механики образования соляных структур среди химических осадков, представленных сернокислым кальцием.

В виду принципиальности поставленных вопросов, а главное, в виду

того, что идеи Ю. А. Косыгина сейчас привлекли к себе усиленное внимание и могут приобрести значение ведущих в решении вопросов, поставленных XVII и XVIII съездами ВКП(б) относительно создания «Второго Баку и «Большой Эмбы», в части касающейся верхнепалеозойской нефти, я вынужден на этой работе остановиться более подробно.

Ю. А. Косыгин считает, что в тех случаях, когда ядро купола сложено гипсами и ангидритами без участия каменной соли, образование куполов должно рассматриваться как результат реакции гидратации ангидрита, сопровождающейся увеличением объема от 54 до 67% и подъемом покрывающих пород. Глубина гидратации ангидрита с подъемом покрывающих пород автором определяется от 75 до 300 м; ниже этой глубины гидратация протекает без увеличения объема в виду выноса излишков гипса циркулирующими водами в поры, пустоты и трещины во время замещения им ангидрита.

Для объяснения механики образования соляных куполов среди гипсово-ангидритовых осадков Ю. А. Косыгин приводит следующий разрез из восточного края обнажения на Исетской складке (сверху вниз):

1. Кунгурские песчаники, известняки и глины, поставленные на голову или запрокинутые и падающие на запад под углом от 55°, мощность 22 м
2. Гипсы, поставленные на голову 27 »
3. Тонкослоистые глины, смятые в сложнейшие опрокинутые и пережатые микроскладки, оси которых не имеют общей ориентировки 20 »
4. Гипсы, в нижней части сильно пережатые и раздробленные 18 »

Ю. А. Косыгин считает, что начальная стадия образования купола генетически связана только с гидратацией и увеличением объема верхнего гипсового пласта в результате его приближения к дневной поверхности.

Новый подъем покрывающих пород, а вместе с ними и первого гипсового пласта произошел в результате гидратации ангидрита и связанного с этим увеличения объема второго пласта, который вызвал новое увеличение угла падения у покрывающих пород и у первого гипсового слоя, поставив их на голову, в то время как нижний пласт испытал начальную стадию образования купола. Смятие в сложнейшие опрокинутые и пережатые микроскладки тонкослоистых глин третьего слоя Ю. А. Косыгин объясняет тем, что эти глины испытывали «сильнейшие, неоднократные, разнонаправленные тектонические воздействия, получившиеся вследствие гидратации ангидрита».

Таков общий ход механики образования соляных куполов в сернокальциевых отложениях по Ю. А. Косыгину.

Наиболее полные, я бы сказал, классические разрезы нижнепермских соленосных отложений на территории СССР вскрываются рр. Чусовой, Сылвы и Иренью. Сылва протекает по западному крылу Кунгурско-Шалашинской антиклинали, а р. Чусовая прорезает ее вкрест простирания. Ядро этой складки сложено верхнекаменноугольными известняками. Пользуясь методом палеогеографического анализа и основываясь на палеонтологически охарактеризованных доломитовых толщах, эти отложения в районе рр. Чусовой и Сылвы удалось расчленить на семь самостоятельных толщ, обозначенных нами индексами P_1^1 — P_1^7 . Сводный разрез соленосных отложений здесь установлен в следующем виде, считая сверху вниз.

- P_1^7 . Серые с буроватым оттенком слоистые и брекчиевидные известковистые доломиты мощностью от 5 м и в очень редких случаях до 20 м 5—20 м
- P_1^6 . Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы 10—50 »
- P_1^5 . Серые конгломератовидные известковистые доломиты. Серые тонкослоистые доломитизированные мергели. Серые брекчиевидные доломиты с гнездами гипса 1.5—30 »

4. Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы 10—30 м
- P₁³. Серые с буроватым оттенком пористые известковистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод. Серые известковистые доломиты оолитового строения. Светлосерые песчаные тонкослоистые известковистые доломиты 4—40 »
- P₁². Голубые ангидриты с тонкими прожилками серой с зеленоватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы 7—42 »
- P₁¹. Серые с коричневатым и зеленоватым оттенком пористые землестые слоистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод, с включениями гальки окремелого известняка с битыми раковинами (брахиоподы, пелециподы и гастроподы). Доломиты оолитового строения 18—25 »
- C₃. Известняки верхнего карбона.

На рр. Сылве и Чусовой нередки случаи, когда обнажениями вскрываются только нижние члены разреза, верхние же эродированы. Среди этих случаев бывают и такие, что в разрезе сохраняются только нижние члены, именно нижняя доломитовая толща P₁¹, нижняя ангидритовая толща P₁² и доломитовая толща P₁³, толщи же P₁⁴⁻⁷, среди которых толщи P₁⁴ и P₁⁶ сложены гипсами и ангидритами, эродированы, а толща P₁² или целиком представлена гипсом, или в стадии окончания процесса гидратации.

Если исходить из положения, выдвинутого Ю. А. Косыгиным, то доломитовая толща P₁³ должна была претерпеть три сильные тектонические воздействия: 1) во время гидратации и увеличения объема ангидритов верхней гипсово-ангидритовой толщи; 2) во время гидратации и увеличения объема ангидритов второй гипсово-ангидритовой толщи, причем оба эти воздействия были направлены сверху, стремясь раздавить и выжать доломиты; 3) во время гидратации и увеличения объема ангидрита третьей ангидритовой толщи; в этом случае силы давления были направлены уже снизу, поднимая эти доломиты.

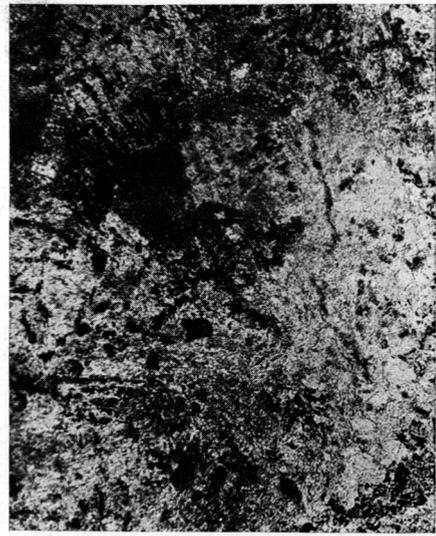
После таких разнонаправленных «сильнейших тектонических воздействий» мы должны были бы увидеть доломиты толщи P₁³, подобно исетским глинам 3-го слоя, сильно разрушенными. В действительности же они прекрасно сохранились и залегают совершенно спокойно. Больше того, они содержат прекрасно сохранившуюся обильную фауну брахиопод, пелеципод и гастропод.

Наблюдаемую в гипсах исетского разреза гофрировку Ю. А. Косыгин рассматривает как результат сжатия гипсов во время гидратации ангидритов и увеличения их объема. Если исходить из этого положения, то мы должны были бы встретить особенно сильную гофрировку в гипсо-ангидритах разрезов рр. Сылвы и Чусовой, так как здесь подъема покрывающих пород не произошло и все напряжение, создавшееся в результате увеличения объема во время гидратации ангидритов, должно было разрядиться в образовании гофрировки. В действительности же мы никакой гофрировки гипсо-ангидритов в разрезах Сылвы и Чусовой не видим. Но достаточно перейти с западного крыла Кунгурско-Шалашинской антиклинали или с ее свода, где расположены все разрезы, вскрываемые рр. Чусовой и Сылвой, на восток, как эта гофрировка становится обычной.

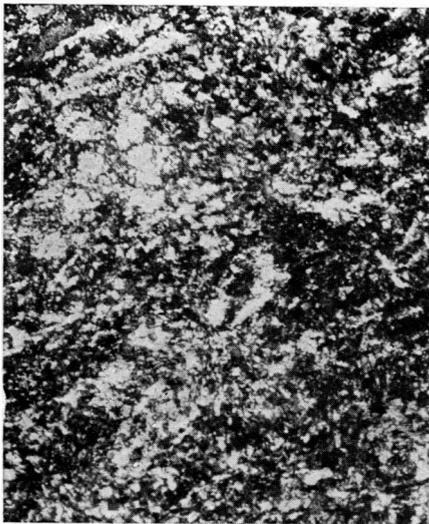
Во время изучения кернов скважин в Верхнечусовских Городках такая гофрировка наблюдалась в большинстве скважин. Это отмечает также В. А. Сулин (1933) и др. Причина этого заключается в том, что разрезы, вскрываемые рр. Чусовой и Сылвой, расположены на западном склоне или на сводах антиклинальной складки, которые во время складкообразования испытывали растяжение, а верхнечусовский разрез расположен в синклинали, зажатой двумя антиклиналями, — на востоке Уралом, а на западе Кунгурско-Шалашинской антиклиналью, и подвергавшейся в это время максимальному сжатию.



Фиг. 1. Ангидрит, взятый из ядра отдельности. Представлен мелкими кристаллами, по строению напоминающими расходящиеся лучи, состоящие из мелких полигональных зерен. Видно очень часто наблюдаемое явление взаимного прорастания радиальнолучистых кристаллов ангидрита. Местами строение кристаллов как бы расплывается, приобретая строение, среднее между радиальнолучистым и спутанноволокнистым, что указывает на начало процесса гидратации ангидрита. $\times 25$.



Фиг. 2. Гипсо-ангидрит, непосредственно облегающий ангидритное ядро отдельности (следующая фаза перехода ангидрита в гипс в результате процессов гидратации ангидритов). На радиальнолучистое строение кристаллов накладывается спутанноволокнистое строение, за которым первое остается еще заметным. $\times 25$.



Фиг. 3. Гипсо-ангидрит, которым сложена вторая периферийная зона отдельности (третья фаза перехода ангидрита в гипс во время гидратации ангидритов). На спутанноволокнистое строение (наблюдается на втором снимке) накладывается неясно-кристаллическое строение гипса. $\times 25$.



Фиг. 4. Переход от неясно-кристаллического к ясно выраженному кристаллическому строению гипса, занимающему большую часть снимка (последняя завершающая стадия гидратации ангидрита). $\times 25$.

Случай выхода на дневную поверхность ангидрита в разрезе у с. Охлебкино, описанный А. Н. Заварицким, Ю. А. Косыгин рассматривает как исключение из общего правила и объясняет тем, что гидратация этих ангидритов задерживается давлением покрывающих пород, мощность которых составляет от 80 до 140 м. Такое заключение противоречит факту залегания, как правило, ангидритов в разрезах рр. Чусовой, Сылвы и Ирени под покрывающими породами, мощность которых часто не превышает 30 м.

Описанный Л. Мьюром (Muir, 1934) случай замещения ангидрита гипсом без увеличения объема во время гидратации ангидрита за счет удаления излишков гипса циркулирующими водами на глубинах меньше чем 75 м он также рассматривает как исключение, не давая этому никакого объяснения.

В результате детального послойного изучения на рр. Чусовой, Сылве и Ирени нижнепермских соленосных отложений было установлено, что там, где обнажения вскрывают наиболее полный разрез этих отложений, гипсами сложена только верхняя гипсово-ангидритовая толща, и то не полностью. В средней толще преобладают ангидриты, а нижняя сложена исключительно ангидритами с очень тонкими прожилками гипса. Чистых ангидритов, не затронутых процессами гидратации, ни в одной толще встречено не было. В таких полных разрезах по обнажениям ангидриты, наиболее хорошо сохранившиеся от процессов гидратации, развиты в нижней толще. Здесь голубые ангидриты разбиты сетью тонких трещин, выполненных гипсом и глиной, указывающих на процесс гидратации с замещением ангидрита гипсом, подобно тому, как это наблюдал Л. Мюр (Muir, 1934). По мере приближения к поверхности толщина гипсово-глинистых «прожилков» увеличивается. В средней части этих прожилков размещается глина, стенки трещин покрыты кристаллическим гипсом, в ядре отдельности сохранился ангидрит радиально-лучистого строения, а между ангидритом и кристаллическим гипсом залегают плотные некристаллические гипсы. В толще, расположенной близко от поверхности, процесс такой зональной гидратации в ангидритовых отдельностях заходит так далеко, что основную массу отдельности составляет гипсовая периферийная часть, ангидрита же сохранилось немного только в ядре.

Там, где ангидритово-гипсовая толща расположена в непосредственной близости от поверхности или совсем не защищена покрывающими породами от атмосферных агентов, верхняя часть толщи целиком представлена кристаллическим гипсом.

Последовательность перехода ангидрита радиально-лучистого строения в кристаллический гипс можно видеть на прилагаемых микрофотографиях фиг. 1—4.

Такова последовательность зонального распределения гипсо-ангидрита во время гидратации, наблюдаемая в нижнепермских ангидрито-гипсово-доломитовых толщах в разрезах рр. Сылвы и Чусовой Среднего Приуралья.

Как указано выше, внешняя зона отдельности, сложенная ясно выраженными кристаллами гипса, обычно покрывается слоем глины, являющейся остаточным продуктом от растворения и выноса гипса циркулирующими водами. Мощность этих глин находится в тесной зависимости от того, в какой стадии гидратации находится ангидрито-гипс определенного участка. Так, в ангидритах, слегка затронутых процессом гидратации, мощность глины в трещинах определяется миллиметрами; там, где процесс гидратации закончен и ангидриты радиально-лучистого строения целиком перешли в янокристаллические гипсы, мощность заполняющих трещины глин определяется уже сантиметрами, откуда следует, что мощность растворенного гипса, содержавшего эту глину, должна была определяться десятками сантиметров. Выше отмечалось

уже, что гипсо-ангидрит разбит на полигональные отдельности со сторонами до 3 м длины в среднем. При переходе этой отдельности из ангидритов в гипс объем увеличивается на 67%, т. е. длина стороны увеличивается на 0.5 м. Содержание нерастворимого остатка в ангидрите аналитически определено в 0.4%, следовательно, после растворения слоя гипса мощностью 0.5 м на месте должен остаться слой глины мощностью 0.25 см (при условии равномерного распределения материала при транспортировке), что и наблюдается в действительности в нижних толщах гипсо-ангидритов. Это указывает на то, что растворение и вынос гипса из периферийной части отдельности по трещинам циркулирующими водами компенсируются увеличением объема отдельности. Однако в тех случаях, когда полигональные отдельности представлены только гипсом, что наблюдается часто в верхних гипсово-ангидритовых толщах разрезов, обычно наблюдается увеличение мощности глины до 1 см и даже более. Это объясняется тем, что в данном случае процесс гидратации закончен и происходит некомпенсированное растворение гипса с последующим заполнением пустот нерастворимым остатком, привнесенным извне.

Из сказанного видно, что решению вопроса образования соляных куполов и их связи с погребенными структурами и другими факторами должна предшествовать детальная разработка стратиграфии соленосных отложений с уяснением основных моментов физико-географических условий бассейна, в котором отложились соли. Мне удалось получить некоторые сведения по стратиграфии соленосных отложений Приуралья. Они приводятся ниже в виде сводных стратиграфических разрезов по отдельным районам.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ СОЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИУРАЛЬЯ

Сводный стратиграфический разрез нижнепермских отложений Ишимбаевского нефтеносного района Южного Приуралья

На рифах

По скважинам: 7/8, 49/2, 24/2, 25/1, 62/1, 88/1, 64/1, 32/1, 16/1, 12/1, 2/3, 20/3, 11/3, 9/3, 10/3, 10/4, 48/1, 46/1, 88/1, 32/1, 9/1, 35/1, 73/1, 2/1, 37/3

P_2 . Кирпично-красные плотные глины с галькой кремневых пород, перемешивающиеся с плотными мергелями и мелкозернистыми плотными песчаниками того же цвета; с линзами плотного конгломерата, состоящего из мелкой окатанной гальки, сцементированной известково-глинистым цементом — от 20 до 475 м

P_1^7 . Темносерые плотные трещиноватые мергели и серые, а также темносерые плотные глинистые песчаники, пропитанные нефтью, и темносерые плотные глины с включениями кремневой гальки, в верхней части с линзами глинистого ангидрита и гипса — от 12 до 173 м

P_1^6 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины — от 9 до 365 м

P_1^5 . Буровато-серые и бурые глинистые, местами кавернозные доломиты, пропитанные жидкой нефтью. В верхней части местами замещены темносерыми, почти чер-

Между рифами

По скважинам: 1/12, 2/12, 3/11, 2/11, 4/4, 3/4, 2/4, 73/4, 6/4, 20/2, 10/2, 15/5, 4/8, 3/8, 2/8, 1/8, 76/3, 4/2, 7/2

P_2 . Кирпично-красные плотные глины с галькой кремневых пород, переслаивающиеся с плотными мергелями и мелкозернистыми плотными песчаниками того же цвета; с линзами плотного конгломерата, состоящего из мелкой окатанной гальки, сцементированной известково-глинистым цементом — от 20 до 524 м

P_1^7 . Темносерые плотные мергели с прослоями конгломератовидных известняков и темносерые и буровато-серые плотные глины с прослоями грубозернистого песчаника с обрывками растительных остатков и с включениями кремневой гальки, в верхней части с линзами глинистого ангидрита и гипса — от 9 до 283 м

P_1^6 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины и серая глинистая крупнокристаллическая каменная соль — от 22 до 491 м

P_1^5 . Буровато-серые трещиноватые пористые, участками конгломератовидные доломиты, пропитанные жидкой нефтью. Темносерые пески и глины с обрывками

ными известковистыми глинами с обрывками растительных остатков, местами переслаиваются с серыми и темносерыми мелко- и среднезернистыми песчаниками — от 5 до 60 м

P_1^4 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины; в верхней части местами у подошвы рифов замещаются каменной солью — от 4 до 228 м

P_1^3 . Темносерые, сильно песчаные, известковистые глины с большим количеством обрывков растительных остатков.

Темносерые среднезернистые глинистые, известковистые плотные песчаники с обрывками растительных остатков.

Буровато-серые и темносерые сильно глинистые, плотные, кавернозные и трещиноватые, часто пропитанные жидкой нефтью доломиты с включениями галек светло-серовато-коричневого плотного известняка, создающие конгломератовидное строение породы, и с участками темносерой, почти черной глины — от 3 до 60 м

P_1^2 . Каменная соль. Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой глины — от 5 до 135 м

P_1^1 . Серые, темносерые и буровато-серые пористые и трещиноватые доломиты с включениями угловатых обломков серых кавернозных доломитов и битых раковин брахиопод, кораллов, мшанок и криноидей, с раковинами брахиопод, криноидей, одиночных кораллов из группы *Cladochonus* и аммоней, с выпотами по трещинам жидкой нефти, местами с прослоями темносерой глины и песчаника с обрывками растительных остатков — от 10 до 57 м

C_3 . Известняки верхнего карбона

Сводный стратиграфический разрез нижнепермских отложений района рр. Чусовой и Сылвы Среднего Приуралья

Западная часть и по скважинам, расположенным на брахиоподово-мшанковых рифах

P_{II} . Серые известковистые песчаники с гнездами конгломератов и с прослоями мергелей и известняков

P_1^7 . Серые с буроватым оттенком слоистые и брекчиевидные известковистые доломиты — от 5 до 20 м

P_1^6 . Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 10 до 50 м

P_1^5 . Серые конгломератовидные известковистые доломиты. Серые тонкослоистые доломитизированные мергели. Серые брекчиевидные доломиты с гнездами гипса — от 0.5 до 30 м

растительных остатков и с прослойками буровато-серого доломита с раковинами пелеципод — от 3 до 93 м

P_1^4 . Голубые и голубовато-серые ангидриты с прожилками темносерой глины; местами в более глубоких частях в верхней части замещаются каменной солью — от 22.5 до 505 м

P_1^3 . Темносерые слоистые песчаные глины с прослоями сильно битуминозного доломита и мелкозернистого песчаника и с обрывками растительных остатков.

Темносерые плотные мелкозернистые глинистые и известковистые песчаники с прослоями темносерой глины и с обрывками растительных остатков.

Буровато-серые и темносерые, местами глинистые мелкопористые нефтеносные доломиты, пропитанные жидкой нефтью, — от 6 до 82 м

P_1^2 . Каменная соль. Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой глины — от 5 до 135 м

P_1^1 . Серые, темносерые и буровато-серые пористые доломиты с включениями угловатых обломков серых кавернозных доломитов и битых раковин брахиопод, кораллов, мшанок и криноидей, с раковинами брахиопод, криноидей, одиночных караллов из группы *Cladochonus* и аммоней и с обрывками растительных остатков, по простирацию замещающихся темносерыми плотными глинами и песчаниками с раковинами брахиопод и аммоней и с обрывками растительных остатков — от 10 до 29 м

C_3 . Известняки верхнего карбона

Восточная часть и по скважинам, расположенным между рифами

Серые известковистые песчаники с гнездами конгломератов и с прослоями мергелей и известняков

Серые известковистые песчаники с обрывками растительных остатков. Темносерые с буроватым оттенком известково-песчаные глины. Голубые ангидриты и белые гипсы — от 23 до 270 м

Каменная соль. Голубые ангидриты с прожилками и прослойками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 13 до 223 м

Серые известковистые песчаники с обрывками растительных остатков. Темносерые с буроватым оттенком известковистые глины. Серые конгломератовидные известковистые доломиты. Серые тонкослоистые доломитизированные мергели. Серые брекчиевидные доломиты с гнездами гипса — от 6 до 64.6 м

P₁₄. Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 10 до 30 м

P₁₃. Серые с буроватым оттенком пористые известковистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод. Серые известковистые доломиты оолитового строения. Светлосерые песчаные тонкослоистые известковистые доломиты — от 4 до 40 м

P₁₂. Голубые ангидриты с тонкими прожилками серой с зеленоватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 7 до 42 м

P₁₁. Серые с коричневатым и зеленоватым оттенком пористые землистые слоистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод, с включениями гальки кремневого известняка с битыми раковинами (брахиоподы, пелециподы и гастроподы). Доломиты оолитового строения — от 18.6 до 25 м

Каменная соль. Голубые ангидриты с прожилками и прослойками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы от 15 до 90.5 м

Серые с буроватым оттенком известковистые глины. Серые с буроватым оттенком пористые (поры заполнены жидкой нефтью) известковистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод. Голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой с буроватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 10 до 100 м

Каменная соль. Голубые ангидриты с тонкими прожилками серой с зеленоватым оттенком глины. Белые глинистые гипсы — от 17 до 112 м

Серые с зеленоватым оттенком плотные глины с раковинами аммоней артинского яруса. Серые с коричневатым и зеленоватым оттенком пористые землистые слоистые доломиты с раковинами брахиопод, пелеципод и гастропод, с включениями гальки кремневого известняка с битыми раковинами (брахиоподы, пелециподы и гастроподы) — от 5.6 до 63 м

На востоке по направлению от Кунгура на Уткинский завод эти отложения замещаются песчано-глинистыми и песчано-конгломератовыми отложениями с гальками известняков, содержащими остатки кораллов среднекаменно-угольного облика, и известняков нижнего карбона; фауна брахиопод, пелеципод, гастропод и аммоней артинского облика — от 1000 до 1200 м

На запад эта толща залегает согласно на криноидно-мшанковых известняках, а на востоке лежит трансгрессивно на размытой поверхности среднего и нижнего карбона.

C₃. Брахиоподово-мшанковые известняки (по данным буровых)

Представление о стратиграфии соленосных отложений Урало-Эмбинского района можно получить на основании разрезов по скважинам № 2 Черная речка и № 33 Макат.

Разрез по скв. № 2 Черная речка

1. Четвертичные отложения	до глубины	41 м
2. Глины зеленые сильно песчаные с гипсом мощностью 13.5 м	глубина	41—54.5 »
3. Гипс 21.5 м	»	54.5—76 »
4. Каменная соль 1484 м	»	76—1560 »
5. Ангидрит 20 м	»	1560—1580 »
6. Песчано-доломитовые отложения 17 м	»	1580—1597 »
7. Глины темносерые записованные 5 м	»	1597—1602 »
8. Ангидрит 8	»	1602—1610 »
9. Каменная соль 41 м	»	1610—1651 »
Забой		

Разрез по скв. № 33 Макат

В этой скважине интересующие нас соленосные отложения впервые были встречены на глубине 681.5 м, поэтому верхняя часть разреза по скважине выпускается.

1. Глина темносерая известковистая, песчаник серый известковистый и карбонатные породы 12.5 м	глубина	667 —681.5 м
2. Ангидрит 2.5 м	»	681.5—684 »

3. Каменная соль	162 м	глубина	684 — 846 м
4. Ангидрит	22 м	»	846 — 868 »
5. Мергель темносерый	13.5 м	»	868 — 881.5 »
6. Ангидрит	63.5 м	»	881.5— 945 »
7. Каменная соль	260 м	»	945 —1205 »
8. Ангидрит	715 м	»	1205 —1920 »
9. Каменная соль	149 м	»	1920 —2069 »

Сводный разрез по этим двум скважинам можно представить в следующем виде:

P_1^7	1. Под четвертичными отложениями залегает		
	песчано-глинистая карбонатная толща	мощность	12—13.5 м
	2. Гипс и ангидрит	»	21.5 »
P_1^6	3. Каменная соль	»	до 1484 »
	4. Ангидрит	»	» 22 »
P_1^5	5. Песчано-глин. доломит. отл.	»	» 22 »
	6. Ангидрит	»	» 64.5 »
P_1^4	7. Каменная соль	»	» 260 »
P_1^3	8. Ангидрит	»	» 715 м и выше
P_1^2	9. Каменная соль	»	выше 149 »

Стратиграфия соленосных отложений Соликамского Приуралья

Переходя к вопросу стратиграфии соленосных отложений Соликамского Приуралья, необходимо отметить, что А. А. Иванов (1930) при сравнении разрезов по Чердынскому и Соликамскому районам, приведенных выше в табл. 1 сводных разрезов соленосных отложений Приуралья, отмечал отсутствие в чердынском разрезе покровной каменной соли, а также карналлитовой и сильвинитовой зон и параллелизовал соленосную толщу чердынского разреза с нижней (подстилающей) каменной солью соликамского разреза.

А. А. Сулин (1933) при сравнении разреза чердынской скважины с разрезом по скважинам Верхнечусовских Городков приходит к выводу, что известково-мергелистая и глинисто-мергелистая толщи чердынского разреза являются аналогами песчано-глинистой толщи разреза Верхнечусовских Городков, которая покрывает толщу химических осадков. Соляная и глинисто-ангидритовая толща чердынской скважины аналогична толще химических осадков разреза Верхнечусовских Городков. Артинские глины разреза чердынской скважины аналогичны таковым из разреза Верхнечусовских Городков. То же отмечалось и относительно подстилающих соленосные толщи известняков.

Для того чтобы убедиться в неправильности этих интерпретаций, обратимся к первоисточникам, т. е. к скважинам, по разрезам которых были составлены сводные разрезы соленосных отложений Чердынского и Соликамского районов.

Чердынский разрез составлен по скв. № 21. Он имеет следующий вид:

P_1^7	1. Серовато-желтый плотный, крепкий известняк, внизу глинистый, а с глубины 35 до 51 м постепенно переходящий в серый и светлосерый слоистый мергель и известковую глину. Последняя в свою очередь с глубины 86.35 м обогащается гипсом и переходит в темносерую гипсоносную глину, а с глубины 102.93 м нацело замещается светлосерыми плотными гипсами и ангидритом, мощность 112.94 м глубина 6.5—119.44 м
P_1^6	2. Грязносерая крупнокристаллическая каменная соль, которая внизу (с глубины 128.7 м) замещается голубовато-серым плотным, крепким глинистым ангидритом, мощность 290.78 м глубина 119.44—410.22 м
P_1^5	3. Желтовато-серый и серый, очень плотный глинистый известняк, мощность 15.58 м глубина 410.22—425.80 м
P_1^4	4. Голубой, очень плотный, крепкий ангидрит, мощность 52.78 м глубина 425.80—478.58 м

5. Глина известковая темносерая, с обильной фауной брахиопод, пелеципод и аммоней, мощность 68.5 м глубина 478.58—547.05 м
- P_1^{3+2+1} 6. Известняк очень плотный, сильно окремелый, серый и желтовато-серый, с большим количеством обломков брахиопод и фузулин, мощность 108 м глубина 547.05—655.00 »

Для сравнения разреза по Чердынской скважине № 21 с разрезом соленосной толщи Соликамского района могут быть использованы разрезы по глубоким буровым скважинам № 33, 36, 16 и 8.

Разрез по скв. № 33 представляется в следующем виде:

- P_1^7 1. Серый, светлосерый слоистый мергель с прослоями известковой глины. Внизу глина преобладает, а на глубине 67.30—77.37 м, обогащаясь гипсом и ангидритом, нацело замещает мергель. Ниже на глубине 77.3—79.64 м замещается крупнокристаллической каменной солью, а на глубине 79.64—101.82 м эта толща представлена буровато-розовым сильвинитом, переслаивающимся с грязнобелой каменной солью, мощность 73.52 м глубина 28.30—101.82 м
- P_1^6 2. Оранжево-красный карналлит, переслаивающийся с грязнобелой каменной солью, а в верхних 14 м с двумя прослоями буровато-розового сильвинита. С глубины 162.61 м карналлит постепенно переходит в нижний сургучно-красный сильвинит, переслаивающийся с грязнобелой и желтовато-розовой каменной солью. Этот сильвинит с глубины 200.87 м замещается полупрозрачной серой крупнокристаллической каменной солью, в нижней части сильно обогащенной ангидритом и темносерой битуминозной глиной, мощность 479.35 м глубина 101.82—581.37 м
- P_1^5 3. Серая плотная известковая глина с включениями растительных остатков с глубины 604.74 м замещается белым плотным гипсом с очень тонкими прослойками серой глины, мощность 76.12 м глубина 381.37—657.49 м
- P_1^4 4. Серая полупрозрачная сильно глинистая каменная соль, которая с глубины 681.48 м замещается голубовато-серым глинистым ангидритом, мощность 304.76 м глубина 657.49—962.25 м
5. Темносерая известковая глина с обильной фауной брахиопод, пелеципод и аммоней, с прослойками известняка.
- P_1^{3+2+1} 6. С глубины 1015.05 м эта глина замещается зеленовато-серым и серым, весьма крепким известняком с раковинами брахиопод, мощность 52.80 м глубина 962.25—1015.05 »

Разрез по скв. № 36 следующий:

- P_1^7 1. Коричневый и темнокоричневый крепкий трещиноватый глинистый известняк, переслаивающийся с серым и светлосерым тонкослоистым мергелем. С глубины 74.48 м известняк становится более глинистым и содержит включения пирита, а с глубины 106.28 м постепенно переходит в темносерую плотную известковистую глину, обогащенную плотным мелкокристаллическим гипсом. Эта глина с глубины 184.53 м замещается грязнобелой мелкокристаллической каменной солью с включениями и тонкими прослойками гипса и ангидрита, мощность 213.39 м глубина 5.02—218.41 м
- P_1^6 2. Оранжево-красный и розовый карналлит переслаивается с грязнобелой каменной солью, а с глубины 254.27 м постепенно переходит в нижний кирпично-красный, розовато-оранжевый и молочнобелый сильвинит, переслаивающийся с грязнобелой и желтовато-розовой каменной солью, мощность 199.77 м глубина 218.41—418.18 м
- P_1^5 3. Темносерая трещиноватая глина с прослойками белого гипса и голубого ангидрита, мощность 7.3 м глубина 418.10—425.47 м
- P_1^4 4. Серая полупрозрачная каменная соль, которая с глубины 455.32 м замещается голубовато-серым ангидритом, мощность 29.62 м глубина 425.47—455.32 м
5. Светло- и темносерая глина, тонкослоистая, слабо известковистая, с включениями кристаллов пирита, мощность 5.5 м глубина 455.32—460.82 м

Разрез по скв. № 16 представляется в следующем виде:

- P_1^7 1. Коричневый и темнокоричневый глинистый трещиноватый известняк, переслаивающийся с серым и темносерым тонкослоистым мергелем, с глубины 30.11 м постепенно обогащается глиной. На глубине 86.46 м этот мергель почти нацело замещается глиной, обогащенной гипсом, которая к низу, с глубины 121.51 м, в свою очередь замещается розовой полупрозрачной каменной солью, мощность 132 м глубина 12.0—143.80 м

- P_1^6 2. Оранжево-красный, мясо-красный и розовый карналлит, переслаивающийся с грязнобелой каменной солью; с глубины 215.95 м переходит в сургучно-красный сильвинит, переслаивающийся с грязнобелой каменной солью, а на глубине 245.02 м замещается грязнобелой каменной солью, обогащенной белым плотным ангидритом, мощность 495 м . . . глубина 143.30—638.72 м
- P_1^5 3. Темносерая плотная глина с включениями растительных остатков, мощность 64.6 м глубина 638.72—703.31 м
- P_1^4 4. Грязнобелая каменная соль, переслаивающаяся с белым плотным ангидритом, мощность 12 м глубина 703.31—715.34 м
5. Темносерая плотная битуминозная глина с тонкими прослоями белого плотного ангидрита, мощность 11.3 м глубина 715.34—726.65 м

Разрез по скв. № 8 следующий:

- P_1^7 1. Желтовато-серая плотная глина и желтовато-серый мергель. Ниже, с глубины 36 м, мергель в большей своей части замещается темносерой плотной глиной, которая с глубины 88 м сильно обогащается гипсом, а с глубины 98.60 м замещается грязнобелой крупнокристаллической каменной солью, среди которой с глубины 99.75 м имеется прослой красного сильвинита, мощность 85.07 м глубина 23.50—108.57 м
- P_1^6 2. Оранжево-красный карналлит, переслаивающийся с грязнобелой каменной солью с глубины 188.40 м, переходит в сургучно-красный сильвинит, мощность 85.68 м глубина 108.57—194.25 м
- P_1^5 3. Грязносерая пятнистая каменная соль с вкраплениями и прослойками ангидрита и темносерой глины, мощность 61.89 м . . . глубина 194.25—256.14 м
4. Сургучно-красный сильвинит, переслаивающийся с грязнобелой и желтовато-серой каменной солью, на глубине 270.65 м замещается грязносерой пятнистой каменной солью с гипсом, мощность 36.31 м
5. Серая глина, мощность 4.6 м глубина 292.45—297.05 м

Из приведенных выше разрезов видно, что мы имеем дело с усыхающим бассейном, где в основании соленосной толщи, подстилаемой известково-глинистыми отложениями; залегают гипсы и ангидриты, выше которых в свою очередь в разрезах по скв. № 33, 36 и 16 залегают серая полупрозрачная каменная соль, что указывает на концентрацию растворов. В скв. № 21, расположенной в краевой части бассейна, такой смены не произошло, и вся эта толща представлена одними ангидритами.

В разрезе скв. № 8 поверх каменной соли залегают сургучно-красные сильвиниты, отсутствующие в разрезах всех других скважин, где вместо ожидаемых сильвинитов на вышеописанных отложениях залегают серые и темносерые известковистые глины мощностью до 76 м.

Сильвиниты скв. № 8 отделяются от вышележащего сильвинитового пояса слоем каменной соли. Эту каменную соль А. А. Иванов рассматривает как линзу внутри сильвинитовой зоны.

За последнее время среди геологов Соликамского калийного рудника выработалась новая точка зрения на происхождение этой промежуточной каменной соли. Они считают, что появление промежуточной каменной соли внутри нижней сильвинитовой зоны есть результат тектонического нарушения, выраженного во внедрении нижней каменной соли в толщу калийных солей в виде языка — диапира, причем во время этого внедрения калийные соли были смяты в интенсивные складки.

Во всех приведенных выше скважинах нами было установлено нарушение в последовательности осадкообразования в усыхающем Верхнекамском соленосном бассейне в результате поступления воды из соседнего моря. Это поступление сначала вызвало прекращение выпадения калийных солей, а затем интенсивное их растворение, в результате чего почти нацело исчезла сильвинитовая толща, следы которой сохранились в разрезе скв. № 8. Сильвиниты сильвинитовой зоны образовались в условиях, когда испарение воды превалировало над ее поступлением в бассейн, в результате чего концентрация растворов все больше увеличивалась и с течением времени выпадение из растворов сильвинитов сменилось выпадением карналлитов.

На эти карналлиты налагает покровная каменная соль. В скв. № 15 Соликамского района и в некоторых скважинах в районе изысканий площадки строительства Соликамского гидроузла эти каменные соли из разреза выпадают и на карналлитах непосредственно залегают глины, обогащенные гипсом. В скв. № 38 и 21 эта покровная каменная соль нацело замещается гипсами и ангидритами, а в скв. № 39 — глинистыми известняками. В ряде скважин на карналлитах залегают верхние сильвиниты и покровная каменная соль. В виду малой изученности за ними и теперь остается еще старое, отвергнутое для нижней сильвинитовой зоны представление о вторичном происхождении. До сих пор считают, что сильвиниты верхней сильвинитовой толщи образовались в результате растворения и уноса хлористого магния подземными водами с сохранением на месте хлористого калия (сильвин) и частично каменной соли в местах наименьшей глубины от поверхности. В подтверждение этого приводятся факты появления верхней сильвинитовой зоны на глубинах, не превышающих 100 м. Для примера приводятся скв. № 1, 3, 5, 8, 29, 33 и др., а принимая во внимание растворенную покровную соль и часть карналлитовой зоны, считают, что верхняя граница соляной толщи находилась ранее на еще более высоких отметках. В таком определении не дается ответа на вопрос: почему же мы не имеем этого типа верхних сильвинитов по разрезам скв. № 37, 44, 2, 11 и др., где карналлитовая зона покрывается чистой каменной солью, а верхняя граница этой зоны установлена соответственно на глубине 102, 126, 103 и 123 м, т. е. на тех глубинах, на которых считаются более благоприятные условия растворения каменной соли и верхней части карналлитов, за счет которых образовались верхние сильвиниты. В ряде скважин верхние сильвиниты известны на глубинах, далеко превышающих приведенные выше, а именно: в скв. № 4 они известны на глубине 223—238 м, в скв. № 9 — на глубине 296—315 м, в скв. № 13 — на глубине 211—260 м.

Залегающие выше калийных солей каменные соли, ангидриты и глинисто-мергелистые отложения указывают на то, что выпадение этих осадков происходило в условиях разбавления вод бассейна водами соседнего моря.

Процесс этого разбавления значительно отличался от предыдущего, которое было вызвано вторжением вод из соседнего открытого моря нормальной морской солености в Соликамский бассейн, где концентрация растворов только достигала поля твердой фазы KCl, в то время как при рассматриваемом опреснении, вызванном также вторжением вод того же соседнего моря и в тот же Соликамский бассейн, концентрация растворов в этих водоемах была гораздо выше, чем в предыдущее разбавление. В Соликамском бассейне концентрация растворов достигла пределов свободного выпадения карналлитов, а в соседнем море вода нормальной морской солености достигала концентрации выпадения известковых доломитов, ангидритов, а возможно, даже и каменной соли. На это для Самарской Луки указывает М. Э. Нонинский (1913), который после анализа фауны и химического состава пород пришел к выводу, «что уже вслед за отложением слоев со *Sp. Jigulensis* сообщение этого бассейна с соседним морем того времени в значительной степени затрудняется, а временами, может быть, и совсем прерывается, создаются особые специфические условия жизни, к которым уже значительная часть прежних обитателей бассейна уже не могла приспособиться и постепенно вымирала» (стр. 602) и далее «... Если, таким образом, фауну пермокарбона можно рассматривать, как вымирающее население замкнутого бассейна с повышенной соленостью, то, с другой стороны, мы знаем, что фауна эта во всем своем целом представляет лишь обедневшую и измелъчавшую фауну карбона Самарской Луки, следовательно, процесс выработки ее, как таковой, должен был иметь место еще в каменноугольное время» (стр. 624).

Касаясь изменения химического состава пород, М. Э. Ноинский приводит большое количество анализов по горизонтам от коралловых известняков — низов верхнего карбона до верхов пермокарбона включительно. Из этих анализов также видно, что в бассейне происходит постепенный переход от осадков открытого моря к осадкам, характерным для замкнутого водоема, к которому относятся известковые доломиты пермокарбона со штоками гипсов и ангидритов, а возможно, и каменной соли.

Из анализа фауны и химического состава пород пермокарбона М. Э. Ноинский делает такой вывод:

«В пермокарбонное время бассейн, покрывающий нынешнюю Самарскую Луку, превратился в совершенно обособленное замкнутое водовместилище с сильно повышенной концентрацией растворимых солей, следствием чего было, во-первых, накопление значительных толщ гипса, первоначально, может быть, ангидрита, а во-вторых, относительно быстрое вымирание прежнего населения этого бассейна».

Эти выводы им были также распространены и на Подмосковский бассейн при сравнении разрезов последнего по работам Н. С. Никитина и Н. С. Сибирцева. За последние годы установлено, что выводы, сделанные М. Э. Ноинским для Самарской Луки и Подмоскового бассейна, должны быть распространены на севере до Ледовитого океана и на востоке за Тиман. Такая повышенная концентрация растворов в обоих водоемах вызвала замедленный процесс опреснения растворов в Соликамском бассейне во время вторжения растворов из соседнего моря.

Общеизвестно, что карналлит выпадает из раствора до тех пор, пока в последнем будет содержаться $MgCl_2$ больше, чем это отвечает составу карналлита (Курнаков и Лепешков, 1935; Марк и Юнг, 1933).

Вследствие пересыщенности раствора магнием последний немедленно вступает в соединение с $CaCO_3$, привнесенными водами из соседнего бассейна, образуя доломиты, и этим самым нарушается система равновесия, необходимая для выпадения карналлита.

В результате этого выпадение карналлитов прекратилось, а его верхние слои разложились на хлористый магний, оставшийся в растворе, и хлористый калий, осевший на дно бассейна (Марк и Юнг, 1933). Распад карналлита был кратковременный, и, как только на нем отложился необходимой мощности слой сильвинита, этот процесс прекратился.

После прекращения распада карналлита сильвинит продолжал выпадать до тех пор, пока концентрация раствора находилась в поле твердой фазы сильвинита.

Как только концентрация раствора стала ниже концентрации, необходимой для образования сильвинитов, сразу же началось их растворение. Это растворение протекало в поле твердой фазы $NaCl$. Однако процессу растворения пройти все поле не удалось. Ускоренный процесс обогащения раствора хлором способствовал выпадению каменной соли, под покровом которой сохранились не успевшие раствориться остатки сильвинитов.

На покровной каменной соли залегают серые и светлосерые слоистые мергели с прослоями известковой глины, в нижней части обогащенные гипсом и ангидритом, указывающим и на дальнейший процесс опреснения бассейна.

Ниже приводится сводный стратиграфический разрез соленосных отложений Соликамского Приуралья.

- P_1^7 а) Серый и светлосерый слоистый мергель с прослоями известковой глины, в нижней части обогащенной гипсом и ангидритом.
б) Каменная соль, местами (главным образом на восточных крыльях мульд) частично или нацело растворена в результате последующего опреснения бассейна.
в) Буровато-розовый сильвинит, большей частью растворен в результате последующего опреснения бассейна.

Сводные разрезы соленосных отложений Приуралья
(Лунин, рукопись, 1940)

Инд.	Чердынский район	Соликамский район	Сылвино-Чусовской район	Ишимбаевский район	Урало-Эмбинский район
R ₁ ⁷	Серовато-желтый плотный, крепкий известняк, книзу постепенно замещается темносерой загипсованной глиной 113 м	а) Серый и светлосерый слоистый мергель с прослоями известковой глины, в нижней части обогащенной гипсом и ангидритом б) Каменная соль, местами (главным образом на восточных крыльях мульд) частично или нацело растворена в результате последующего опреснения бассейна в) Буровато-розовый сильвинит, большей частью растворен в результате последующего опреснения бассейна до 360 м	Серые с буроватым оттенком слоистые и брекчиевидные известковистые доломиты, в восточной части и в местах между рифами замещаются серыми известковистыми песчаниками с обрывками растительных остатков, темносерыми с буроватым оттенком известково-песчанистыми глинами и голубыми ангидритами до 270 м	Темносерый плотный трещиноватый мергель в восточной части с прослоями конгломератов. Серые и темносерые глинистые песчаники и глины с включениями кремневой гальки, а в верхней части с линзами глинистого ангидрита и гипса до 283 м	Песчано-глинистая карбонатная толща, внизу замещенная гипсами и ангидритами 35 м
R ₁ ⁶	Грязносерая крупнокристаллическая каменная соль, внизу замещающаяся голубовато-серым плотным, крепким глинистым ангидритом 290 м	Карналлитовая зона: оранжево-красный и розовый карналлит, по простиранию замещающийся каменной солью. Сильвинитовая зона: кирпично-красный, розовато-оранжевый и молочно-белый сильвинит, по простиранию замещающийся каменной солью. Каменная соль и ангидриты, по простиранию нацело замещаю-	Голубые ангидриты и белые глинистые гипсы, на востоке и в местах между рифами в верхней части замещаются каменной солью до 223 м	Голубые и голубовато-серые ангидриты на востоке и в местах между рифами в верхней части замещаются каменной солью до 490 м	Каменная соль, в нижней части замещающаяся ангидритами до 1500 м

P ₁ ⁵	Желтовато-серый и серый, очень плотный глинистый известняк 15.6 м	Серая и темносерая плотная глина, местами с линзами гипса, ангидрита и каменной соли до 76 м #	Серые конгломератовидные и брекчиевидные известковистые доломиты и мергели, на востоке и в местах между рифами замещаются известковистыми песчаниками с обрывками растительных остатков и темносерыми с буроватым оттенком известковистыми глинами до 64 м	Буровато-серые и бурые глинистые, местами кавернозные доломиты, в верхней части местами замещенные темносерыми, почти черными глинами и песчаниками 93 м	Песчано-глинистая доломитовая толща, внизу замещающаяся ангидритами 86.5 м
P ₁ ⁴	Голубой, очень плотный, крепкий ангидрит 53 м	а) Сургучно-красный сильвинит, большей частью растворен при последующем опреснении бассейна б) Каменная соль и голубовато-серый глинистый ангидрит до 306 м	Голубые ангидриты и белые глинистые гипсы; на востоке и в местах между рифами в верхней части замещены каменной солью до 90 м	Голубые и голубовато-серые ангидриты, в верхней части замещаются каменной солью до 505 м	Каменная соль 260 м
	Глина известковая темносерая с большим количеством фауны брахиопод, пелеципод и аммоной 68.5 м	Глина известковая темносерая с фауной брахиопод, пелеципод и аммоной 53 м			
P ₁ ³	Известняки очень плотные, сильно окремненные, серые и желтовато-серые, с большим количеством обломков брахиопод и фузулин	Известняки крепкие серые и зеленовато-желтовато-серые с фауной брахиопод	Серые с буроватым оттенком пористые известковистые доломиты с фауной брахиопод, пелеципод и гастропод, в нижней части замещающиеся доломитами оолитового строения, на востоке эта толща представлена глинами с фауной аммоной и ангидритами до 100 м	Темносерые, сильно песчанистые и известковистые глины и песчаники с обрывками растительных остатков до 82 м	Ангидрит до 715

Инд.	Чердынский район	Соликамский район	Сылвино-Чусовской район	Ишимбаевский район	Урало-Эмбинский район
P ₁ ²			Голубые ангидриты и белые глинистые гипсы, в местах между рифами и на восток в верхней части замещающиеся каменной солью до 112 м	Каменная соль и голубые ангидриты с тонкими прожилками темносерой глины до 226 м	Каменная соль свыше 149 м
P ₁ ¹			Серые с коричневатым и зеленоватым оттенком пористые слоистые доломиты с фауной брахиопод, пелеципод и гастропод, с включениями гальки кремневого известняка, на востоке замещаются серыми с коричневатым оттенком плотными глинами с фауной аммоней до 63 м	Серые и темносерые с буроватым оттенком пористые доломиты с включениями угловатых обломков серых кавернозных доломитов и с фауной брахиопод, криноидей, одиночных кораллов из группы <i>Cladochelis</i> и аммоней, по простиранию замещающихся темносерыми плотными глинами и песчаниками с фауной брахиопод и аммоней и с обрывками растительных остатков до 57 м	
C _{III}			Известняки	Известняки	

- P_1^6 а) Карналлитовая зона — оранжево-красный и розовый карналлит, по простиранию замещающийся каменной солью.
- б) Сильвинитовая зона — кирпично-красный и розовато-оранжевый и молочно-белый сильвинит, по простиранию замещающийся каменной солью.
- в) Каменная соль и ангидриты, по простиранию замещающиеся нацело ангидритом. Общая мощность $P_1^6 = 80-495$ м.
- P_1^5 Серая и темносера плотная глина, местами с линзами гипса, ангидрита и каменной соли. Мощность 7—76 м.
- P_1^4 а) Сургучно-красный сильвинит, большей частью растворен при последующем опреснении бассейна.
- б) Каменная соль и голубовато-серый глинистый ангидрит. Общая мощность $a+B=12-306$ м.
- в) Глина известковая темносера с фауной брахиопод, пелеципод и аммоной. Мощность 53 м.
- P_1^{3+2+1} Известняк серый и зеленовато-желтовато-серый, крепкий, с фауной брахиопод.

Из этого сводного разреза видно, что Соликамский бассейн в своей жизни имел много общего с Чердынским, Чусовским, Ишимбаевским и Урало-Эмбинским бассейнами. Это особенно хорошо видно в таблице сводных разрезов соленосных отложений Чердынского, Соликамского, Чусовского, Ишимбаевского и Урало-Эмбинского районов (табл. 2).

Эта таблица показывает, что установленные в Соликамском бассейне для времени накопления химических осадков два наступления моря, из которых одно было перед отложением калийных солей, а второе после их отложения, имели не местный характер, а распространялись как на юг, захватывая Сылвинско-Чусовской, Ишимбаевский и Урало-Эмбинский районы, так и на север, захватывая Чердынский район. Такое широкое распространение по меридиану дает нам основание думать, что это явление охватывало все Приуралья.

Мы считаем, что это наступление открытого моря было вызвано вытеснением его из соседних областей в результате имевших место в то время поднятий. Мы считаем также, что с этим поднятием было тесно связано формирование уральских горных сооружений, которое вызвало в свою очередь смятие в складки комплекса пород Приуралья.

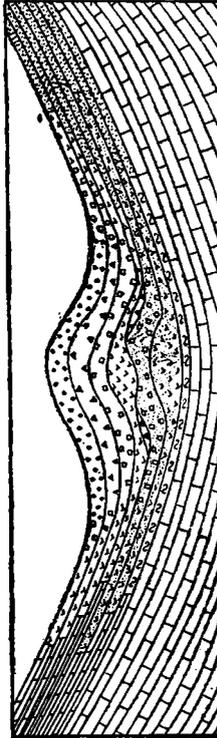
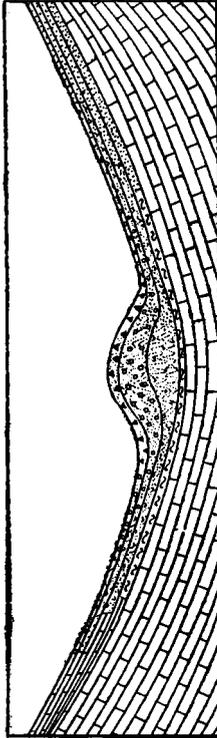
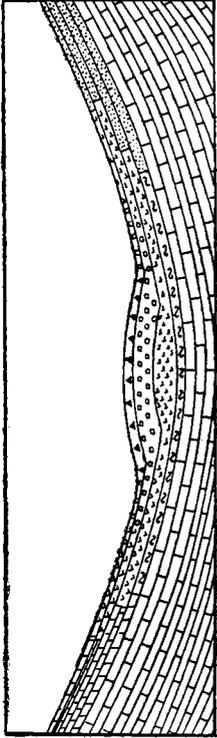
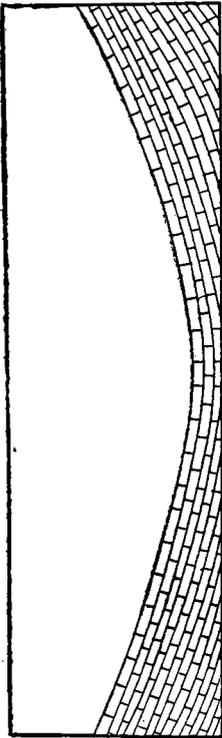
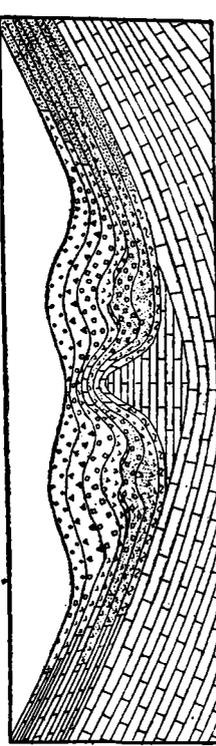
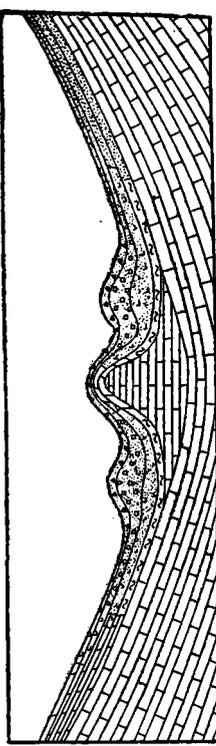
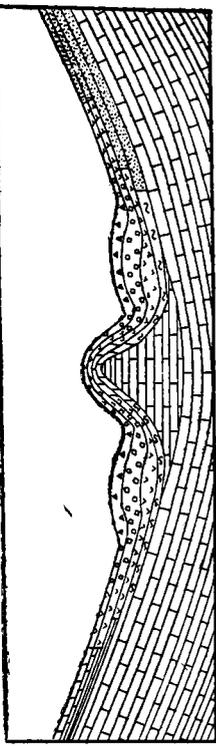
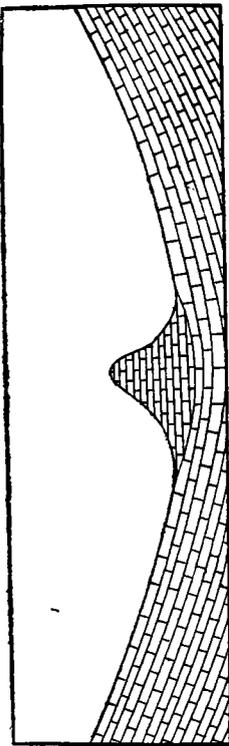
ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ СТРУКТУР В СОЛИКАМСКОМ БАССЕЙНЕ

Таким образом, для времени выпадения химических осадков в нижнепермскую эпоху устанавливается трехкратное вторжение моря в соленосный бассейн. Эти вторжения имели региональный характер и были связаны с крупными горообразовательными процессами как на формировавшемся Урале, на что указывают громадной мощности артинские песчаники, снесенные в эту эпоху с Урала, так и на юге от Соликамского бассейна.

Ниже дается краткая история жизни Соликамского соленосного бассейна, которую мы разбиваем на одиннадцать следующих этапов (см. схему, фиг. 5).

I. После основной фазы уральской складчатости бассейн Соликамского Приуралья имел свободную связь с открытым морем. На дне этого бассейна образовались рифы, создавшие неровности дна, на что указывают залегающие под соленосной толщей известняки, образовавшиеся одновременно с нижней гипсово-ангидритовой толщей Среднего и Южного Приуралья (табл. 2). Новое поднятие Уральских гор, а вместе с ними и всего Приуралья разобщило бассейн Соликамского Приуралья от открытого моря и тем самым положило начало выпадению химических осадков.

II. В условиях жаркого климата вода в этом бассейне стала быстро испаряться и на месте органогенных известняков, после отложения слоя глины небольшой мощности, стали выпадать химические осадки.

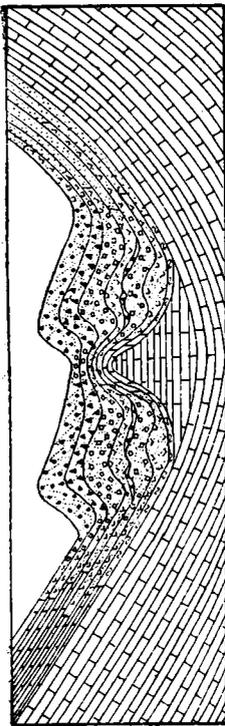


I

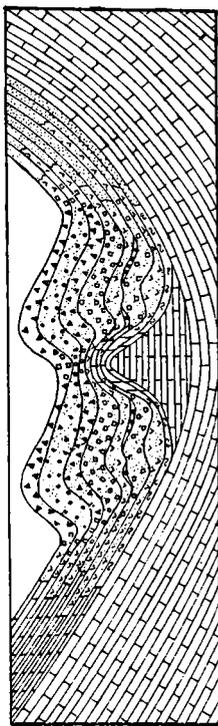
II

III

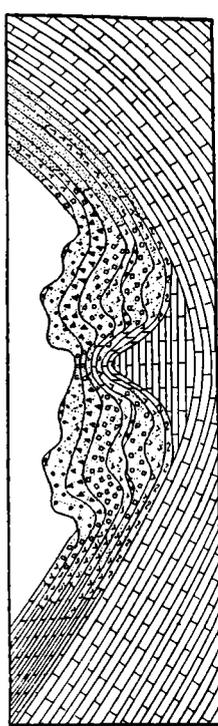
IV



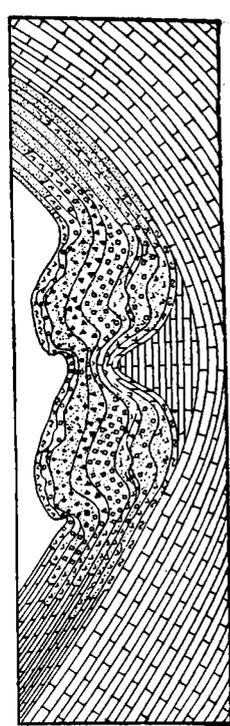
I



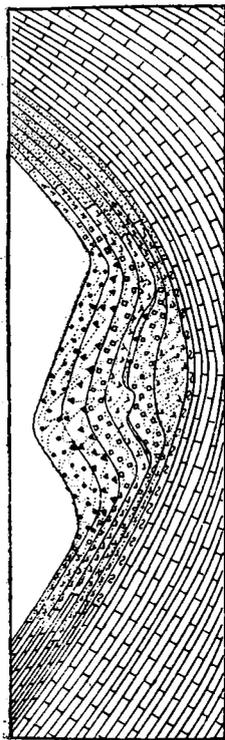
II



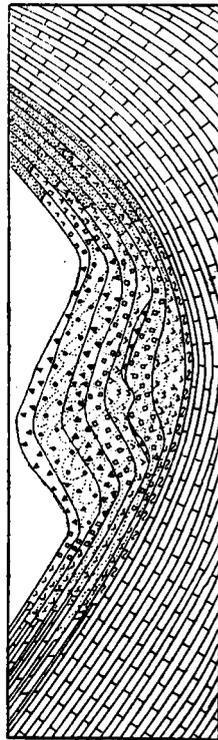
III



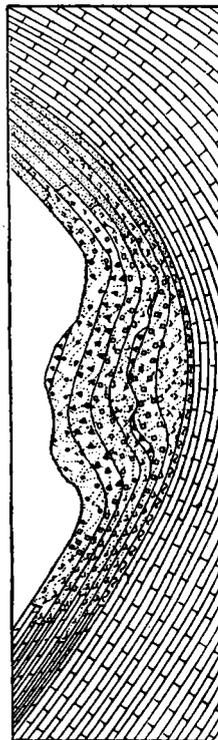
IV



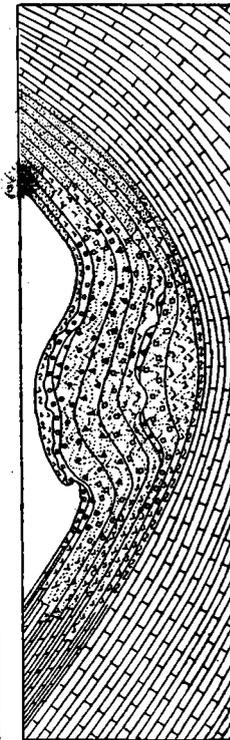
V



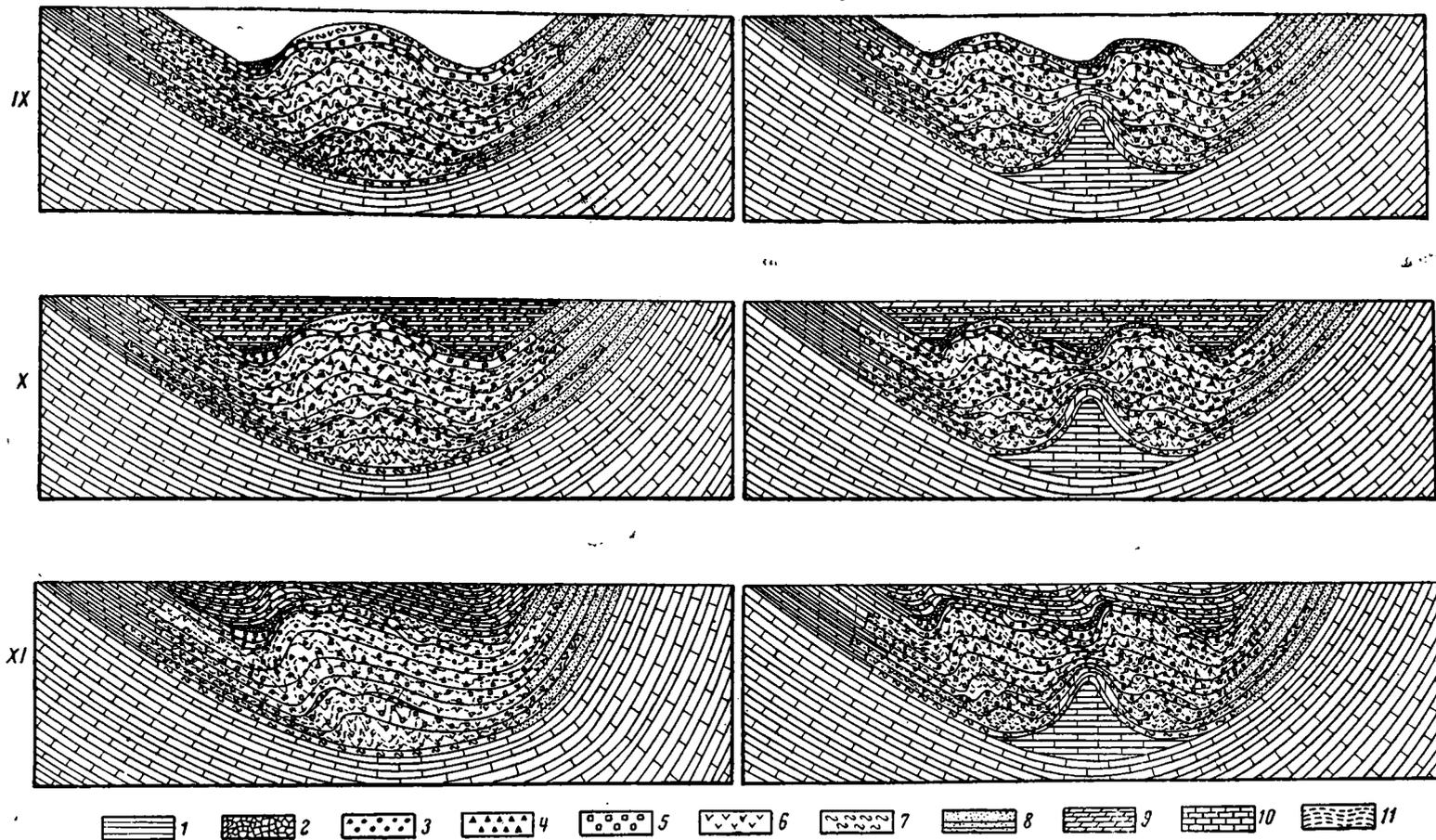
VI



VII



VIII



Фиг. 5. Схема последовательного хода геологических событий в Соликамском Приуралье за время между началом отложения соленосных образований и древнекиммерийской фазой.

1 — порфиритовые песчано-глинисто-пеломитовые отложения; 2 — брекчии размыта верхней каменной соли; 3 — карналиты; 4 — сильвиниты; 5 — камен-

Первым выпал ангидрит. Его сменила каменная соль и, наконец, сильвинит. Наибольшую мощность эти химические осадки получили в наиболее глубоких частях бассейна, уменьшаясь по направлению к берегу или к наиболее мелким участкам бассейна. Это указывает на то, что наиболее концентрированные растворы находились в наиболее глубоких его частях.

В отличие от других видов осадков химические осадки представляют собою скопление правильно ориентированных кристаллов. Как известно, медленно растущий кристалл в невязком пересыщенном растворе на дне сосуда приобретает форму многогранника присущей ему сингонии, разрезанного плоскостью дна пополам. А. В. Шубниковым (1935) установлено, что этот рост осуществляется путем откладывания на гранях растущего кристалла кристалликов гораздо меньших размеров, притянутых растущим кристаллом, который оказывает на них ориентирующее влияние. Под влиянием силы притяжения вокруг растущего кристалла равномерно насыщенный раствор подвергается расслоению, в результате которого растущий кристалл облекается слоем наиболее пересыщенного раствора, за ним следует слой менее пересыщенный и т. д., причем верхний слой является ненасыщенным, и в нем не только не может идти рост кристалла, но, наоборот, при погружении в этот слой раствора начинается интенсивное растворение. Слой раствора, непосредственно облекающего кристалл, отдав часть своего пересыщения, поднимается вверх, а на его место заступает наиболее насыщенный раствор вышележащего слоя. В современных соляных озерах видно, что химические осадки залегают на дне водоемов не в виде пластов, а в виде выпуклых форм, напоминающих рассматриваемые соляные купола.

На примерах прииртышских соляных озер, по данным В. И. Рейнеке (1937) и В. П. Ильинского и А. В. Николаева (1931), установлено, что в озерах Коп-багар и Джаман-туз соляные отложения начинаются тонким слоем в расстоянии 50 м от берега, где глубина озера достигает 0.5 м. По мере продвижения по направлению к середине озера глубина уменьшается, а мощность соли увеличивается, достигая на середине озера 2 м при глубине 0.15 м.

О том, как ведут себя соли при встрече с подводным барьером, можно судить по Коряковскому озеру. Здесь соляные отложения начинаются в расстоянии 200—250 м от берега в виде тонкого слоя, увеличивающегося постепенно в мощности и достигающего на середине 7 м. Глубина же уменьшается соответственно по направлению от берега к середине озера. Барьером, являющимся продолжением полуострова Арал, озеро разделяется на две части — восточную и западную. Несмотря на то, что этот барьер в настоящее время находится на больших глубинах, чем наблюдающиеся в западной или восточной части озера, соли на нем или совсем нет, или она образует слой очень малой мощности, не превышающий несколько сантиметров, в то время как в середине озера, как отмечено выше, соль достигает 7 м мощности.

Исходя из этого, я считаю, что куполообразная форма залегания солей Соликамского бассейна образовалась во время выпадения этих солей из растворов, а не позднее, как это принято считать. Эта куполообразная форма послужила направляющим фактором, при первом складкообразовании, в части бассейна, расположенной вблизи очага тангенциальных усилий, каковым является Урал.

III. В дальнейшем процесс концентрации и выпадения солей был нарушен вторжением соседнего моря, сопровождавшимся опреснением бассейна. Вызвано это вторжение было новым горообразовательным процессом на юге, с которым было связано и поднятие Уральских гор, а с ними и всего Приуралья. Наибольшее поднятие в районе Соликамска приурочено к восточному побережью бассейна вследствие его непосредственной близости к Уральским горам.

Под действием этого поднятия солевая толща, залегающая на сводах антиклиналей, испытала растяжение, а в синклинали наибольшие тангенциальные сжатия, вызвавшие складкообразование. Выпуклые формы солей способствовали образованию солевых антиклиналей, наклоненных на запад под действием тангенциальных сил, действующих с востока.

Одновременно с этим по причине пластичности солей образовались внутрислоевые микроскладки, наклоненные также на запад.

IV. С опреснением растворов в бассейне процесс выпадения сильвинита прекратился, а затем, в связи с продолжавшимся опреснением, сильвинит почти нацело был растворен. Сохранившиеся участки сильвинита, установленные в скв. № 8 в толще P_1^4 , указывают на то, что этот процесс растворения мало затронул нижележащую каменную соль, обладающую меньшей растворимостью, чем сильвинит.

После растворения сильвинитов снова наступил период концентрации растворов вследствие испарения воды в бассейне, и снова стали выпадать соли. Первым выпал ангидрит, его сменила каменная соль, после которой выпал сильвинит, и, наконец, карналлит. Эти химические осадки при накоплении продолжали сохранять выпуклую форму.

Так же как и при первой концентрации (т. е. в III периоде жизни), в тех случаях, когда соли во время своего образования встречаются препятствие, они обходят их, стремясь к сохранению присущей им выпуклой формы. Если вершина соляных выпуклостей становится выше выступов дна бассейна, над последними образуются впадины, отображающие их форму. Так, например, когда выступ имеет форму удлиненного барьера, над ним в солях образуется долинообразная равнина, дно которой расположено над вершиной барьера; когда неровность представлена одиночным рифом или «шишкой», в солях образуется воронка, дно которой опять-таки отвечает вершине рифа или «шишки».

V. Дальнейший процесс концентрации и выпадения солей был нарушен вторичным вторжением соседнего моря. Как и в первый раз, это вторжение было вызвано новым горообразовательным процессом на юге, с которым также было связано поднятие Уральских гор и всего Приуралья. И опять наибольшему поднятию в районе Соликамска подверглось восточное побережье бассейна вследствие непосредственной близости к Уральским горам.

Под действием этого поднятия соляная толща вновь подверглась складкообразованию. Оно свелось к увеличению амплитуды складок, образовавшихся в предыдущую дислокационную подфазу, но теперь в складкообразовании приняли участие также химические осадки, образовавшиеся после первой подфазы. В результате одностороннего давления с востока складки и на этот раз приняли общий наклон на запад.

Одновременно с этим в химических осадках, выпавших из раствора после первой подфазы, образовались внутрислоевые микроскладки, наклоненные на запад, и осложнились микроскладки в химических осадках, отложившихся до первой подфазы.

VI. Вытесненные в связи с этими горообразовательными процессами в Соликамский бассейн воды из соседнего моря сами достигли к тому времени значительной концентрации. В связи с этим внедрением воды было вызвано понижение концентрации раствора Соликамского бассейна и обогащение его солями, отсутствующими или почти отсутствующими в нем.

Вследствие избытка в растворе магния последний немедленно вступил в соединение с $CaCO_3$, привнесенным водами из соседнего бассейна, образуя доломиты. Этим была нарушена система равновесия, необходимая для выпадения карналлита, в результате чего выпадение карналлита прекратилось и его верхние слои подверглись разложению на хлористый

магний, оставшийся в растворе, и хлористый калий, осевший на дно бассейна.

Распад карналлита был кратковременным, и, как только на нем отложился слой сильвинита достаточной мощности, этот процесс прекратился. Сильвинит продолжал выпадать, пока концентрация раствора находилась в поле твердой фазы сильвинита.

VII. Как только концентрация раствора стала ниже необходимой для образования сильвинита, выпадение прекратилось, и началось его растворение. После значительного растворения сильвинита стала выпадать каменная соль, под покровом которой сохранились не успевшие раствориться остатки сильвинита.

VIII. Дальнейший процесс опреснения бассейна вызвал частичное растворение каменной соли, продолжавшееся до тех пор, пока соль не была покрыта глинисто-ангидритовыми отложениями, послужившими предохранительным покровом.

IX. В то время как в бассейне поверх химических осадков отлагались глины, восточные крылья мульд в виду их крутизны оставались обнаженными и здесь, т. е. в восточных крыльях мульд, продолжался процесс растворения соли. В результате этого растворения породы дна мульд облеклись слоем пересыщенного раствора. Попадая на этот слой раствора, глинистые частицы поглощались кристаллами каменной соли, и, в то время как на всей территории отлагались осадки глинисто-мергелистой толщи, в мульдах продолжала выпадать каменная соль, загрязненная глиной. Этот процесс переотложения каменной соли продолжался до тех пор, пока не происходило обвала вышележащих подмытых пород с образованием брекчиевидной массы, состоящей из глин, доломитов и каменной соли, прикрывшей дно и склоны мульд.

X. После нового опреснения, связанного с вторжением воды из соседнего моря, поверх глинисто-ангидритной толщи отложились глины, мергели и известняки, скрывающие на всей площади химические осадки.

XI. После отложения пермских пород Урал переживает древнекимерийскую фазу горообразования. Соляные отложения Соликамского района подверглись еще раз складкообразованию, причем складчатость проходила по тому же пути и была приурочена к тем же направлениям, что и раньше. Произошел новый подъем восточного, наиболее приближенного к Уральским горам побережья Соликамского бассейна, и вся пермская толща, как и прежде, подверглась складкообразованию. Более интенсивно сказался процесс складкообразования в непосредственной близости от Урала, постепенно затухая по мере удаления на запад. В результате одностороннего давления с востока складки, так же как и раньше, получили наклон на запад.

Для северной части Актюбинской области несогласное залегание устанавливается внутри альба и между альбом и сантоном.

Эти несогласия Ю. А. Косыгин рассматривает как результат формирования куполов из антиклиналей благодаря флюидальному подъему соляной массы, происходившему под действием нагрузки вышележащих пород из прилегающих участков, на месте которых образовались мульды.

В качестве основного доказательства он выдвигает горизонтальное перемещение осей прогибов, приуроченное ко времени этих несогласий. Считая, что соляные структуры образовались друг над другом, Ю. А. Косыгин утверждает, что они образовались над погребенными однотипными геологическими структурами. Однако на основании вышеизложенного он делает следующие выводы: «Проявление соляной тектоники и связанные с ней миграции осей поднятий и образование краевых синклиналей могут приводить к значительному горизонтальному смещению осей складок в мезозойских слоях относительно осей складок в кунгурских и артинских слоях, а также смещение осей в кунгурских слоях относительно осей артинских складок».

Этим выводом Ю. А. Косыгин определяет отсутствие связи между современным расположением соляных структур и погребенных верхнепалеозойских нефтеносных структур и придает исключительную «гибкость» своим построениям. Это же исключает возможность проверки выдвинутых им положений на практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из выдвинутых мною положений вытекает, что нормальные соляные структуры генетически тесно связаны с погребенными структурами.

Образование соляных структур возможно только тогда, когда уровень соли в прилегающих к погребенной структуре частях бассейна лежит значительно выше вершины последней. Так как интенсивность накопления солей стоит в прямой зависимости от глубины бассейна, то быстрее всего погружение структуры достигается в более глубоких зонах бассейна. В складчатом дне нижнепермского бассейна такими зонами явились синклинали.

Соляные структуры типа асимметричных складок и куполов или их высшая стадия формирования — диапиры — образуются в результате одностороннего периодического давления тангенциальными усилиями при складкообразовании. Как известно, в складчатых областях во время складкообразования наибольшему сжатию подвергаются породы, залегающие в синклинали, а наибольшему растяжению — в антиклиналях.

Следовательно, образование соляных структур генетически тесно связано только с теми погребенными структурами, которые расположены в синклинали складчатого дна бассейна.

В результате одностороннего периодического давления на соляную структуру, расположенную в синклинали и вблизи очага тангенциальных усилий, купола меняют свою овальную или эллипсоидальную форму, превращаясь в короткие узкие антиклинали, у которых крыло, обращенное к погребенной структуре, благодаря испытываемому им сопротивлению со стороны последней, поставлено гораздо круче. Одновременно ядро купола с каждым этапом складкообразования под действием тангенциальных усилий приближается к погребенной структуре, а синклираль, образовавшаяся между погребенной структурой и ядром, сужается. На поверхности это выразится в перемещении одновременно и оси мульды и оси купола по направлению действующих сил.

Крыло антиклинали, обращенное к погребенной структуре, достигнув вертикального положения (диапировая структура), упирается снизу в погребенную структуру, а сверху в покрывающие породы, залегающие в расположенной над последней мульде, приобретает значение барьера и фактически является продолжением погребенной структуры, располагаясь всегда в сторону, противоположную тангенциальным усилиям. Поэтому под действием последующих тангенциальных усилий будут иметь место только явления запрокидывания головы диапировой структуры по направлению тангенциальных усилий, без изменения положения глубинных ее частей и с сохранением на месте оси мульды, залегающей всегда над погребенной структурой.

В тех случаях, когда погребенные структуры образовались в части бассейна, где во время соленакопления возникли антиклинали, образование нормальных соляных куполов будет явлением очень редким. Это может произойти только в том случае, когда глубина бассейна и время будут достаточны для накопления соли на уровне вышележающей структуры.

Образование соляных структур типа асимметричных мульд и куполов или диапировых складок при расположении погребенной структуры на антиклинали невозможно, так как во время складкообразования на

антиклиналях отсутствует сжатие, необходимое для образования соляных структур этого типа. В таких случаях могут образоваться соляные шишки или гряды, смотря по тому, какую форму имеет погребенная структура.

Когда эти формы располагаются на крыльях антиклиналей и покрыты мощной толщей пород, они на поверхности ничем не выделяются. К этому типу могут быть отнесены погребенные структуры Верхне-Чусовских Городков, расположенные на восточном крыле Кунгурско-Шалашинской антиклинали.

Когда погребенные структуры расположены на сводах антиклиналей, они могут при подъеме последних в результате неоднократного складкообразования выйти на поверхность и возвышаться над уровнем водоема или над окружающими породами в зависимости от того, когда они вышли на поверхность. К этому типу относятся рифы на р. Сылве выше Кунгура и горы-одиночки Тра-тау, Шак-тау, Куш-тау и Крик-тау, расположенные близ Ишимбаева.

Я не имел возможности непосредственно наблюдать соляные структуры Урало-Эмбинской нефтеносной области, изучение внешних форм которых породило ряд теорий о механике образования соляных структур. Однако проверка этих теорий на практике до сих пор не проводилась в виду того, что погребенные структуры в этой области, по мнению некоторых авторов, находятся на глубине, превышающей технические возможности (до 6000 м). Нам же представляется, что погребенные структуры северо-восточной окраины, на существование которых указывают соляные структуры, располагаются на гораздо меньших глубинах и могут быть свободно вскрыты глубоким бурением. В виду того, что в формировании соляных структур в Соликамском и Эмбенском районах имеется много общего, установленное значение соляных мульд и грабеннов как поисковых признаков на погребенные структуры в Соликамском районе нам представляется вполне приемлемым также и для Урало-Эмбенской нефтеносной области. Взаимоотношения между погребенными и соляными структурами в районах Верхне-Чусовских Городков и Ишимбаева соответствуют третьей стадии накопления солей в Соликамском бассейне (см. схему), где соляные впадины располагаются не над погребенными структурами, а окаймляют их. Вблизи ишимбаевских погребенных структур располагается Смакаевская диапировая структура, расположенная в непосредственной близости от ишимбаевских структур. На этой структуре уже производились разведки глубокими буровыми скважинами, показавшие полное отсутствие погребенных структур, и на основе этого установилось твердое мнение, что диапировые структуры, вообще говоря, находятся вне зависимости от погребенных структур и располагаются в наиболее глубоких частях прогибов.

Как видно, этот факт находится в противоречии с моими положениями. Я это отношу к недостаточной обоснованности этого факта, как следствие неправильно поставленных разведок.

В виду этого для проверки правильности выдвинутых положений я вынужден избрать Смакаевскую диапировую структуру. Настаивая на существовании погребенной структуры, генетически связанной с диапировой структурой, я беру на себя ответственность рекомендовать Башкирскому нефтяному тресту произвести вторично детальную разведку глубоким бурением Смакаевской диапировой структуры, заложив первую скважину в непосредственной близости от диапира с западной стороны.

Диапировые структуры являются разновидностями соляных куполов, образовавшихся в условиях наибольших тангенциальных усилий при складкообразовании, и располагаются вблизи складчатой зоны, несколько уклоняясь по направлению к последней от погребенной структуры.

Для приуральских диапировых структур такой зоной является склад-

чатый Урал. По мере удаления от последнего на запад соляные структуры постепенно приближаются к своему нормальному виду.

Нормальная соляная структура, т. е. структура, образовавшаяся без участия тангенциальных усилий, вызываемых складкообразованием, представляет собой купол с полого падающими сводами и с беспорядочно разбросанными на нем впадинами различных конфигураций, являющимися зеркальными отображениями погребенных структур.

Поэтому при поисково-разведочных работах производить закладку буровых следует в наиболее глубоких частях мульд.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов А. А. Стратиграфия Кунгура и основные вопросы соляной тектоники Стерлитамакского Приуралья. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1931, 18.
- Богданов А. А. Соляные купола Заволжья. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1934, 12, вып. 3.
- Буялов Н. И. Соляные купола Эмбинской области и связанные с ними полезные ископаемые. Сб. Большая Эмба, 1937.
- Буялов Н. И. и Борисов А. А. К механике образования грабенных эмбинских куполов. Нефть. хоз.; 1938, № 5.
- Гаррисон Д. Соляные купола Персии. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТНИ, 1933.
- Де-Годиер Е. Происхождение соляных куполов прибрежной равнины Гольфа. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТНИ, 1933.
- Иванов А. А. Геологические исследования в Соликамском и Чердынском районах Уральской области, произведенные летом 1927 г., вып. 5. Материалы по исследованию Прикамского соленосного района. Мат. по общ. и прикл. геол., 1929, вып. 124.
- Иванов А. А. 1. Геологические исследования в Соликамском и Чердынском районах Уральской области, произведенные летом 1928 г., вып. 8. Материалы по исследованию Прикамского соленосного района. Мат. по общ. и прикл. геол., 1930, вып. 148.
- Иванов А. А. 2. Нефть в Чердынской скважине. Изв. Гл. геол.-разв. упр., 1930, 49, № 10.
- Иванов А. А. Итоги работ по разведке Верхне-Камского месторождения калийных солей за 1931—1932 г. Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., 1933, вып. 345.
- Ильинский В. П. и Николаев А. В. Прииртышский соляной район, ч. I. Изд. Акад. Наук, 1931.
- Клапп Ф. Соляные купола Тексаса и Луизианы. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТНИ, 1933.
- Климов П. Дизъюнктивные мульды восточной части междуречья Урала и Илека. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1935, № 2.
- Косыгин Ю. Соляная и гипсовая тектоника Актыубинской области. Изв. Акад. Наук, 1940, № 1.
- Курнаков Н. С. и Лепешков И. Н. Индерское озеро как представитель нового типа хлорокалиевых озер. Бор и калий в Западном Казахстане. Изд. Акад. Наук, 1935.
- Ланселот-Оуэн. Неясности в теории соляных куполов. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТНИ, 1933.
- Лийс Н. М. Соль. Вопросы осаждения и деформации. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТНИ, 1933.
- Лунин П. И. 1. Стратиграфия нижнепермских отложений Сылвинско-Чусовского района Среднего Приуралья. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, сер. геол., 1940, вып. 45.
- Лунин П. И. 2. Стратиграфия нижнепермских отложений Ишимбаевского Приуралья. Тр. Инст. геол. наук Акад. Наук, сер. геол., 1940, вып. 45.
- Марк Р. и Юнг Г. Физическая химия и ее применение к проблемам минералогии, петрографии и геологии. Госхимтехиздат, 1933.
- Николаев В. И. Доклад в бригаде Академии Наук СССР на калийном строительстве в Соликамске в июне 1932 г. Калий, 1932, № 7.
- Ноинский М. Э. Самарская Лука. Казань, 1913.
- Пермяков Н. Г. Проблема контактовой нефти в Урало-Эмбинском районе. Сб. Нефтяные месторождения Урало-Эмбинского района. ГНТНИ, 1933.
- Пермяков Н. Г. Условия залегания нефти и дальнейшее направление разведок в Урало-Эмбинской области. Сб. Большая Эмба, 1937.
- Преображенский П. И. Геолого-разведочные работы на калий в Соликамском и Березниковском районах за период с 1 октября 1926 г. по 1 октября 1927 г. Мат. по общ. и прикл. геол., 1929, вып. 126.
- Рейнеке В. И. Соляные озера левобережья р. Иртыша. ОНТИ, 1937.

- Ромейнс Д. Соляные купола Северной Германии. Сб. Современное положение вопроса о соляных куполах. ГНТИ, 1933.
- Руженцев В. Е. Основы тектоники Урало-Эмбинского района. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1930, 8, № 1—2.
- Сельский В. А. Соляные купола и их связь с нефтью. М.—Л., Гл. ред. горно-топл. лит., 1936.
- Скворцов В. Н. Где искать нефть в Южно-Эмбинском районе. Сб. Нефтяные месторождения Урало-Эмбинского района. ГНТИ, 1933.
- Смирнов А. П. Соляные купола в Южном Урале и Урало-Эмбинском районе. Сб. Нефтяные месторождения Урало-Эмбинского района. ГНТИ, 1933.
- Степанов А. Н. Некоторые выводы из результатов гравиметрической съемки правобережья Волги, проведенной в 1933 г. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1934, 12, вып. 4.
- Сулин В. А. и др. Материалы по геологии, гидрогеологии и разведочным работам В.Чусовского района Уральской области. ОНТИ, 1933.
- Уразов Г. Г. О порядке отложения солей Соликамского калиевого месторождения. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1932, вып. 43.
- Шубников А. В. Как растут кристаллы. Изд. Акад. Наук, 1935.
- Шумилин С. В. Тектоника соляных куполов. Сб. Геологическое строение Эмбинской области и ее нефтяные месторождения. ОНТИ, 1935.
- Muir L. Anhydrite Gypsum Problem of Blain Formation. Bull. Amer. Ass. Geol., 1934, 1297—1312.

P. I. LUNIN

ON THE GENETIC RELATIONSHIP OF THE SALT AND OIL-BEARING BURIED STRUCTURES OF THE CIS-URALS

Summary

It has been generally assumed that the chief and decisive factor in the mechanism of the formation of salt structures are the physico-chemical properties of the salts themselves (plasticity of potassium-sodium salts, ability of sulphate salts of calcium to increase their volume during hydration, etc.).

However, as a result of a detailed study of the stratigraphy of the Lower Permian salts of the Cis-Urals and of the establishment of the principal moments of the paleogeography of the salt-bearing basin it has been found that the main and decisive factors in the formation of salt structures are some specific properties of the salts, the presence of a buried structure in the syncline of the underlying rocks and the tangential pressure in the time of folding.

The specific properties of the salt consist in that upon falling out it is deposited not as a bed but forms a slightly convex shape, reflecting the synergy inherent to it according to the law of crystal growth.

The buried structures separate the deposits from each other, each of them during its formation becoming independent and falling out strictly following the law of crystal growth. At the apex of the buried structure, due to this, takes place a delayed process of salt accumulation, thus forming depressions in the limestone under the name of «troughs» and «grabens».

During the tangential strains directed from the dome towards the buried structure, the limb of the limb turned to the buried structure, gave a steeper angle of dip. with a vertical attitude, the limb, as an upward extension of the buried structure, acquired the nature of a barrier for the tangential strains, being somewhat displaced with respect to the direction of the tangential strains and forming the so-called diapir fold.

For the Solikamsk Cis-Ural the life of the Lower Permian salt-bearing basin falls into eleven stages distinguished by the following characteristic peculiarities:

I. After the principal phase of the Ural folding the basin had a connection with the open sea. On the bottom of this basin were formed reefs, which produced a roughness of the bottom. Then occurred a new elevation of the

Ural mountains, and of the whole Cis-Ural with them, which broke the connection of the Solikamsk Cis-Ural with the open sea and thus made start the falling out of chemical sediments.

II. Under conditions of a hot climate the water in this basin began to evaporate rapidly, and in place of organogenous limestones, after the deposition of a layer of clay of a small thickness, began to fall out chemical sediments first anhydrite, then rock salt and, finally, sylvinite, producing a slightly convex shape, reflecting the syngony inherent to it according to the law of crystal growth.

III. Further on, the process of concentration and precipitation of salts was disturbed by an invasion of the adjacent sea, which caused a freshening of the basin. This invasion was due to a new mountain-making process in the south, to which also the elevation of the Ural mountains, as well as of the whole Cis-Ural, was related. Subject to the greatest elevation in the region of the Solikamsk Cis-Ural was the eastern shore of the basin, due to its immediate proximity to the Ural mountains.

Under the action of this elevation the salt strata were subject to folding. The convex shapes of the salts favoured the formation of salt anticlines, inclined westward under the action of tangential forces acting from the east. At the same time, due to the plasticity of salts, intraformational microfolds were formed, also inclined to the west.

IV. Upon a freshening of the solutions in the basin the process of precipitation of sylvinite ceased, and later on the sylvinite was almost completely dissolved, in connection with a continued freshening. Subsequent to this came again a period of concentration of the solutions due to the evaporation of the water in the basin, and again anhydrite, then rock salt, sylvinite, and finally carnallite were precipitated. In those cases when the salts deposited meet with some obstructions, they obviate them, tending to retain the convex shape inherent to them. When the apexes of the salt swells become higher than the projections of the bottom of the basin, the latter receive the appearance of depressions, reflecting the shape of this projection. Thus, if the projection had the shape of an elongated barrier, over it in the salts a hollow is formed, the bottom of which is situated above the apex of the barrier: if the roughness of the bottom is represented by a single reef, in the salts a funnel is produced, the bottom of which corresponds to the summit of the reef.

V. the further progress of the process of concentration of the solutions was disturbed by a second invasion of the neighbouring sea, causing a freshening of the basin. This invasion was the result of a new mountain-making process in the south, with which again an elevation of the Ural mountains and of the whole Cis-Ural region was associated. In connection with this, the salt strata were again subjected to folding, in which took part also chemical sediments formed after the first subphase.

VI. Magnesium, contained in excess in the solution, entered into combination with CaCO_3 , brought in by waters from the adjacent sea, forming dolomites. This disturbs the system of equilibrium necessary for the precipitation of carnallite, its deposition ceases, and in the upper layers begins a decomposition into magnesium chloride, passing into solution, and potassium chloride, settling on the bottom of the basin. A protective coating of sylvinite deposited on carnallite stops this process. The sylvinite continues to fall out until the concentration of the solution remains within the field of the solid phase of sylvinite.

VII. As soon as the concentration of the solutions had become lower than the one necessary for the formation of sylvinite, its precipitation ceased, and it began at once to dissolve. After a considerable dissolution of sylvinite, rock salt began to fall out, under the cover of which sylvinite precipitates, which had no time to be dissolved, were preserved.

VIII. The further process of freshening of the basin caused a partial dis-

solution of rock salt, which went on until the salt had been covered by a protective clay-anhydrite coating.

IX. While in the basin above the chemical sediments clays were deposited, the eastern steeply set limbs of the troughs remained exposed due to which here continued the process of dissolution of the salt. As a result of this in the near-bottom part of the trough was located a layer of the solution oversaturated with NaCl.

Coming into this layer of the solution, the clay particles were absorbed by the growing crystals of rock salt falling out from the solution, while over the whole remaining territory clay-marlaceous sediments were deposited.

The dissolution of the rock salt in the eastern steeply set limb of the trough brought about a slumping of the higher lying clay-marlaceous rocks which covered the exposed rock salt and protected it from further dissolution, with the formation of a breccia-like mass, consisting of clays, dolomite and rock salt.

X. As a result of a further freshening of the basin, due to the penetration of water from the adjacent sea, above the clay-marlaceous beds were deposited clays, marls and limestones, without any considerable admixtures of gypsum and anhydrite, which concealed the chemical sediments throughout the whole surface.

XI. After the deposition of Permian rocks the Urals lived through the old Cimmerian phase of folding, which subjected the salt deposits of the Solikamsk Cis-Ural to folding again. This folding followed the same plan as previously.

The process of folding was more intensely pronounced in the immediate proximity of the Urals, gradually dying out with increasing distance in a westward direction.

As a result of the repeatedly displayed processes of folding, in the immediate proximity of the Urals at the place of salt domes, which adjoined the buried structures from the east, diapir folds were formed. Such folds exist in the Ural-Emba oil-bearing area. In the Ishimbaevo region such a fold, known under the same name of the Smakaev diapir structure, was drilled in searching a buried structure, which, however, yielded no positive results, probably due to the wrong organization of the search. It is recommended that the Bashkirian Oil Trust should again carry out prospecting for the supposed buried oil-bearing structure, genetically related to the Smakaev diapir structure. The first hole should be sunk on the western limb of the diapir structure, nearer to the exposure of gypsum.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	1
Критический разбор существующих взглядов на образование соляных структур	1
Краткие сведения по стратиграфии соленосных отложений Приуралья	10
Процесс формирования соляных структур в Соликамском бассейне	21
Заключение	28
Литература	30
Summary	37

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Геологическая серия

Вып. 6 (№ 1). 1938. Стр. 59. Ц. 3 р. 75 к.

А. А. Арсеньев. Северо-западное Прибайкалье. Материалы по петрографии кристаллических сланцев и массивно-кристаллических пород бассейна рр. Тын и Кунермы.

Вып. 7 (№ 2). 1940. Стр. 101. Ц. 7 р. 50 к.

И. Д. Корженевский. О некоторых новых видах фузулинид из нижнепермских известняков Ишимбаева и Стерлитамакских гор-одиночек. Д. М. Раузер-Черноусова. Стратиграфия верхнего карбона и артинского яруса западного склона Урала и материалы к фауне фузулинид.

Вып. 8 (№ 3). 1940. Стр. 69. Ц. 6 р.

Б. А. Петрушевский. Палеогеография и тектоника Афганистана и Таджикистана.

Вып. 14 (№ 4). 1940. Стр. 83. Ц. 7 р.

А. И. Москвитин. Лёссы и лёссовидные породы Сибири.

Вып. 15 (№ 5). 1940. Стр. 80. Ц. 6 р. 50 к.

В. П. Маслов. Литологические черты среднего кембрия р. Ангары.

Вып. 16 (№ 6). 1939. Стр. 121. Ц. 5 р. 50 к.

Н. М. Страхов. Доманиковская фация Южного Урала.

Вып. 27 (№ 7). 1940. Стр. 44. Ц. 4 р. 50 к.

А. А. Арсеньев. Олекмо-Витимская горная страна. Геология правобережья р. Витима.

Вып. 28 (№ 8). 1940. Стр. 90. Ц. 7 р. 50 к.

В. И. Громов. Материалы по геологии Омско-Барабинского района. В. Хохловкина. Террасы Азовского побережья между Ростовом и Таганрогом. Л. А. Юшко. Четвертичные отложения Южной Башкирии.

Вып. 32 (№ 9). 1940. Стр. 50. Ц. 4 р.

А. Л. Яншин. Новые данные о геологическом строении и гидрогеологии степных пространств, лежащих к югу от Мугоджар.

Вып. 33 (№ 10). 1940. Стр. 43. Ц. 3 р.

Г. Ф. Мирчинк. Миндельриские межледниковые отложения Русской платформы. В. И. Громов. Остатки *Elephas antiquus Falc.* из четвертичных отложений г. Москвы. В. И. Громов. Материалы к изучению террас р. Терек между Орджоникидзе и Моздоком. В. И. Громов. Новые находки четвертичных млекопитающих на Урале и на Салаире в 1938 г.

Вып. 37 (№ 11). 1940.

Е. Н. Щукина. Третичные отложения Чуйской и Курайской степей Горного Алтая.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Вып. 42 (№ 12). 1940 Стр. 42. Ц. 3 р.

А. И. Кравцов и М. М. Элинсон. К вопросу о влиянии подземных вод на газоносность угольных месторождений в Донецком бассейне. С. Е. Колотухина. О вулканогенной фации нижнего карбона в Центральном Казахстане. Б. М. Келлер. Верхнемеловой флиш на Западном Кавказе. К. В. Никифорова. Очерк континентальной истории восточного склона Южного Урала в районе верховьев рр. Тобола и Суундука. Г. С. Конникова. К вопросу о пластических деформациях глин при усадке (в порядке постановки вопроса)

Вып. 45 (№ 14). (В печати.)

П. И. Лунин. Стратиграфия нижнепермских отложений Сырвинско-Чусовского района Среднего Приуралья. П. И. Лунин. Стратиграфия нижнепермских отложений Ишимбаевского Приуралья

Вып. 47 (№ 14). (В печати.)

П. Н. Кропоткин. Значение тектонических процессов для образования кислых магм.

Вып. 48 (№ 15). (В печати.)

Б. М. Келлер. Верхнемеловые отложения Западного Кавказа.

Вып. 52 (№ 16). (В печати.)

А. Н. Чураков. Протерозой северо-западной части Восточного Саяна.

Вып. 64 (№ 17). (В печати.)

В. И. Громов. Палеонтологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода СССР (млекопитающие, палеолит).

Вып. 62 (№ 19). (В печати.)

Е. В. Павловский и Н. В. Фролова. Геологический очерк Лено-Ангаро-Байкальского водораздела.

Вып. 63 (№ 20). (В печати.)

З. М. Старостина, Б. Н. Красильников, Н. Г. Сергиев, И. Ф. Трусова. Геологическое строение северо-восточной окраины гор Ерементау и прилегающей части долины р. Уленты.

Вып. 66 (№ 21). (В печати.)

Д. М. Раузер-Черноусова. Материалы к фауне фораминифер каменноугольных отложений Центрального Казахстана. В. Н. Крестовников и В. С. Карпышев. Фауна слоев Etrœungt, ее стратиграфическое значение в разрезе р. Зиган на Южном Урале.

КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ

Адрес: Москва, Б. Черкасский пер., д. 2. «Академкнига»