

**СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ, ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ
СООТНОШЕНИЯ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ СОЛЕНОСНЫХ ПОРОД
И ИХ РОЛЬ В ПРОЯВЛЕНИИ ПРОЦЕССОВ СОЛЯНОГО ТЕКТОГЕНЕЗА,
ПРОГНОЗЕ СТРУКТУРЫ ПОДСОЛЕВОГО ЛОЖА
В ПРЕДЕЛАХ СОЛЬ-ИЛЕЦКОГО СВОДА**

© 2017 г. Ю. А. Писаренко, В. Ю. Писаренко, М. Н. Дунаева
АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

Результаты исследования соленосных отложений обрамления Прикаспийской впадины позволяют отметить, что наиболее активно соляной тектогенез проявился в районе Соль-Илецкого свода. На остальной территории северного и северо-западного обрамления явные признаки проявления соляного тектогенеза не отмечаются. Лишь в районе нижнепермского бортового уступа седиментационная мощность выделяемых в соленосной толще ритмопачек может меняться в результате проявления карстовых процессов и смещения блоков соленосной толщи по листрическим разломам.

Изучение соляного тектогенеза в пределах Соль-Илецкого выступа может дать ключ к пониманию причин, определяющих начало пластического перераспределения соленосных пород, позволяет выделить стадии формирования различных по строению соляных тел, возможные генетические связи со структурой подсолевого ложа. С другой стороны, территория Соль-Илецкого свода является своего рода переходной зоной к пониманию природы соляного тектогенеза в Прикаспийской впадине и Предуральском прогибе.

Основная цель данной работы заключается в детальной оценке накопленной геолого-геофизической информации, в частности внутреннего строения соленосной толщи, механизма проявления соляного тектогенеза, его отраженности в структуре соляного зеркала и связи со структурными

неоднородностями подсолевого ложа. Авторами предпринимается попытка получить дополнительные косвенные критерии прогноза структуры подсолевого ложа путем изучения внутреннего строения соляно-купольного «экрана». Решение проблемы осуществляется на основе комплексного анализа данных бурения и сейсморазведки.

Актуальность решения поставленной проблемы вполне очевидна, поскольку существующие современные методы исследований пока не способны успешно решать задачи по выделению подсолевых объектов в условиях существования соляно-купольного «экрана». Это в первую очередь касается территории Прикаспийской впадины. До сих пор в российском секторе Прикаспийской впадины не выделено ни одной надежной структуры и не открыто ни одного месторождения в подсолевых отложениях за исключением Астраханского.

Полученные результаты предполагается использовать при оценке соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины, что будет являться предметом следующей публикации.

Вопросы проявления соляного тектогенеза на территории Соль-Илецкого свода рассматриваются в целом ряде работ [4, 11, 7]. Однако чаще всего аргументация дается на примере отдельных фактов, без детального анализа внутреннего строения соленосной толщи.

Анализ внутреннего строения соленосной толщи показывает, что в обрамлении

Прикаспийской впадины достаточно надежно установлено присутствие трех различных по литологическому составу, возрасту, площади распространения и пластическим свойствам соленосных комплексов [10]. Нижняя часть иренского горизонта представлена каменной солью волгоградской свиты, наиболее широко распространенной в северном обрамлении Прикаспийской впадины. Наибольшая седиментационная мощность свиты до 500 м характерна для территории оренбургского обрамления впадины. В саратовском и волгоградском обрамлении породы свиты распространены в виде локальных линз. Породы этой свиты выполняли Предуральский прогиб и Прикаспийскую впадину. Разрез свиты на 95–98 % сложен каменной солью с тонкими годичными прослойками сульфатного материала. Обогащенность терригенным материалом отмечается в Предуральском прогибе по мере приближения к восточному борту. Высокое содержание каменной соли и более глубокое ее залегание относительно перекрывающих соленосных толщ предопределяет ее повышенную пластичность.

Перекрывает волгоградскую свиту ритмично построенная соленосная толща, состоящая из чередования пластов каменной соли (80–90 %), ангидритов и ангидрит-доломитов (7–10 %), калийно-магниевого солей (2–5 %) общей мощностью до 900 м. Данная толща, «армированная» пластиками сульфатно-карбонатного состава, является менее пластичной относительно подстилающей каменной соли волгоградской свиты. При приближении к западному борту Предуральского прогиба эта соленосная толща выклинивается. В пределах последнего возможно присутствие ее нижней части, обогащенной калийно-магниевыми солями. Отсутствие верхней части этой толщи в Предуральском прогибе свидетельствует о смещении кунгурского соленакпления в западном направлении в результате вос-

ходящих тектонических подвижек в районе Палео-Урала [10]. На территории Прикаспийской впадины общепринято эту толщу отождествлять с так называемой «продуктивной» (Прикаспийский комплекс), обогащенной калийно-магниевыми солями.

Третья соленосная толща в обрамлении впадины отвечает позднеказанскому возрасту [9] и распространена в Бугурусланском прогибе, раскрывающемся в Прикаспийскую впадину. Территорию Соль-Илецкого выступа позднепермский соленосный бассейн не охватывал. Мощность соленосной свиты в Бугурусланском прогибе достигает 100–150 м, увеличиваясь в сторону Прикаспийской впадины до 200 м. Состоит она на 60 % из каменной соли и 40 % ангидритов. Процесс соленакпления в казанское время существенно сократился по площади и сместился еще западнее относительно кунгурского в результате продолжающегося подъема Палео-Урала. Межсолевой уфимский и нижнеказанский (калиновский) интервалы в Бугурусланском прогибе сложены соответственно красноцветными терригенными и карбонатными породами.

На территории Соль-Илецкого выступа установлено, что пластическому перераспределению подвергалась каменная соль волгоградской свиты, в то время как перекрывающая ритмично построенная «армированная» сульфатными пластиками соленосная толща, претерпевающая структурные изменения, сохраняет седиментационную мощность выделяемых ритмопачек. Примером может являться подсолевая структура Оренбургского месторождения, ограниченная с севера Оренбургским тектоническим разломом (рис. 1). Сводовая часть структуры характеризуется значительными колебаниями мощности каменной соли волгоградской свиты. Иванова Н. А. и Сафонов А. О. [4] считают, что выделяемые по кровле соли линейные структуры связаны с пластической деформацией каменной соли волго-

ГЕОЛОГИЯ

Масштаб 1 : 200 000
2 0 2 4 6 8 10км

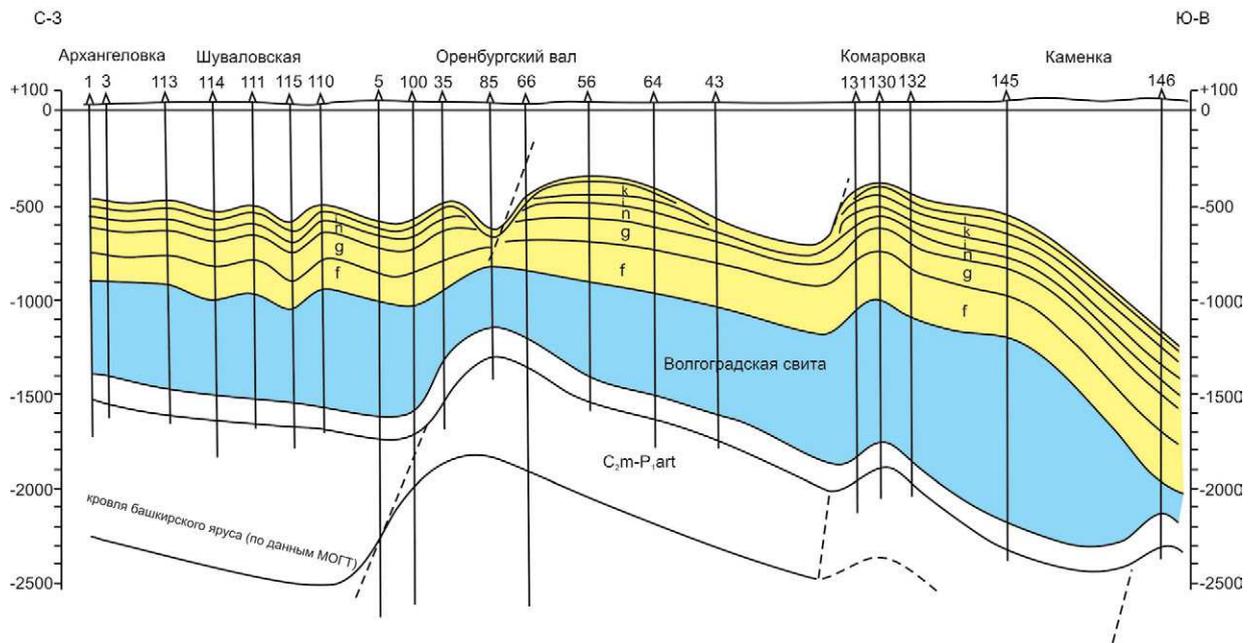


Рис. 1. Геологический профиль через Оренбургское месторождение
(Писаренко, 2000)

f, g, h, i, k – индексы ритмопачек соленосной толщи

градской свиты, что приводит к несоответствию подсолевого и надсолевого структурных планов. При этом исследователи утверждают, что мощность и полнота разреза верхней «армированной» части иренского горизонта сохраняется. С последним можно не согласиться. Так, в районе скв.85 Оренбургской по кровле соли выделяется прогиб амплитудой порядка 300 м, обусловленный отсутствием верхних ритмопачек «армированной» соленосной толщи в результате проявления карстовых процессов. В скв.18 Краснохолмской, пробуренной в своде одной из выделяемых антиклинальных складок, на поверхность соляного зеркала выходит каменная соль волгоградской свиты, мощность которой составляет 865 м. В скв.37 Краснохолмской, расположенной южнее антиклинальной складки, соленосный разрез также представлен только каменной солью волгоградской свиты мощностью 1155 м. Ритмопачки перекрывают

шей «армированной» соленосной толщи в этих скважинах отсутствуют. В расположенной в прогибе скв.27 Оренбургской присутствуют все ритмопачки «армированной» соленосной толщи, а мощность волгоградской свиты составляет всего 58 м.

Анализ данных бурения показывает, что выделяемые в пределах Оренбургского месторождения линейные структуры по кровле соленосного комплекса обусловлены проявлением не только пластического перераспределения пород волгоградской свиты, но и процессами выщелачивания ритмопачек «армированной» толщи. Последние наиболее интенсивно проявлялись над субширотными ориентированными тектоническими нарушениями подсолевого ложа. Ранее Г.В. Фоминой и В.Г. Волжаниным [11] справедливо выделялись в пределах свода грабенообразные прогибы по кровле соленосной толщи, связанные с проявлениями карстовых процессов.

Южнее Оренбургского месторождения соляные подушки, расположенные на Восточно-Кардаиловской, Дмитриевской, Черниговской, Красноярской площадях, осложняют приподнятый блок, выделенный Ю. А. Воложем и др. [1], Дмитриевско-Буранинской флексуры (рис. 2). В скв.16 Красноярской, пробуренной в пределах соляной «подушки» (рис. 3), в разрезе присутствуют все ритмопачки «армированной» толщи. Мощность волгоградской свиты увеличена до 680 м. На прилагаемом сей-

смопрофиле видно, что двухчленное строение соленосной толщи имеет отражение в сейсмических полях. Верхняя «армированная» слоистая толща характеризуется регулярной волновой картиной и в целом сохраняет свою мощность при деформации нижней волгоградской свиты, которая характеризуется нерегулярной сейсмической записью.

Южнее по подошве соленосной толщи выделяется Сухоречинско-Бурлыкский флексурный перегиб амплитудой до 1500 м

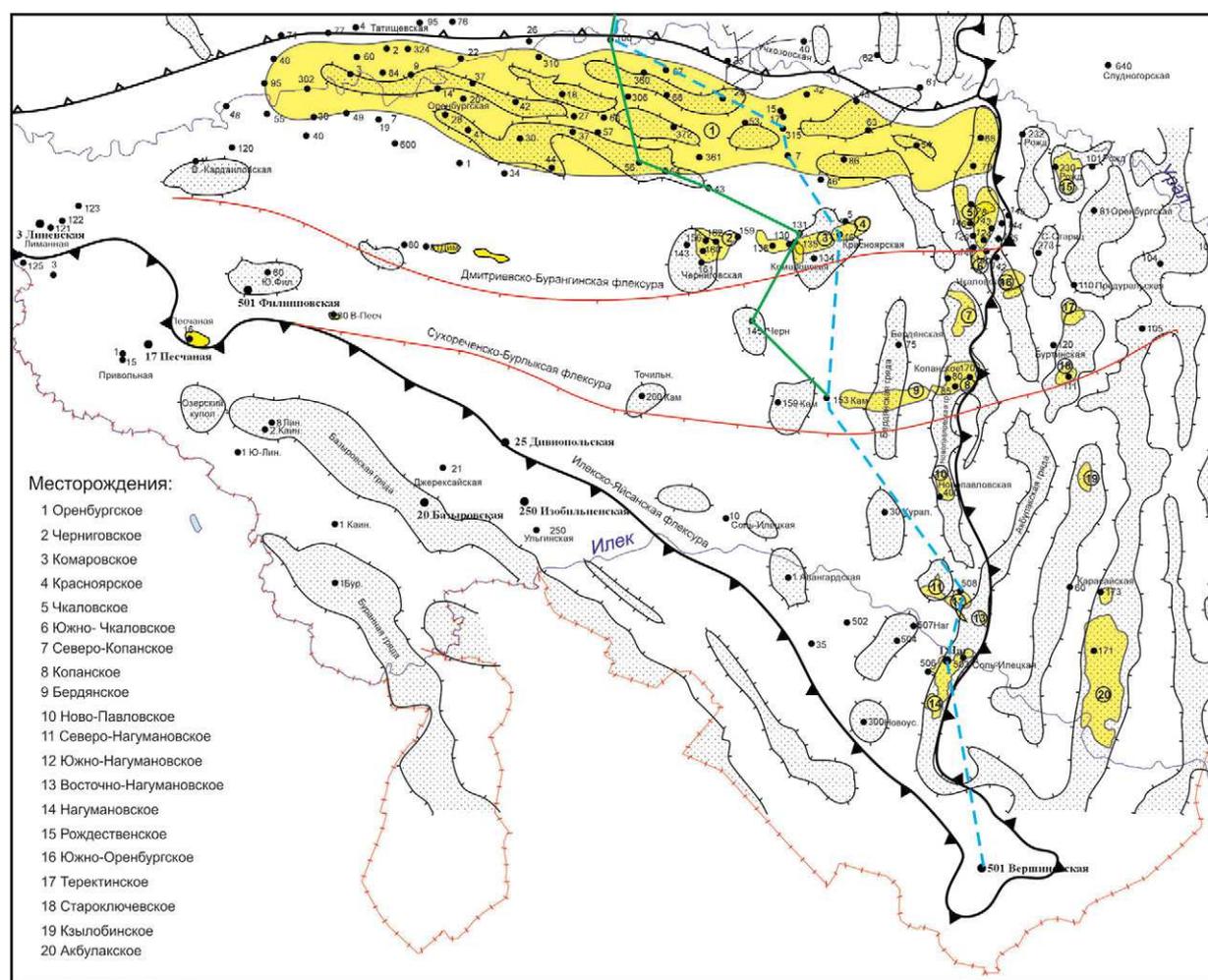


Рис. 2. Схема соотношения соляно-купольных структур и подсолевых месторождений
(составлена с использованием материалов И. А. Иванова, А. О. Сафронова, Ю. А. Воложа)

1 – границы надпорядковых структур, выраженных в подсолевом ложе; 2 – границы структур первого порядка; 3 – соляные тела (гряды, купола, «подушки»); 4 – месторождения; 5 – флексурные перегибы подсолевого ложа; 6 – линия геологического профиля; 7 – линия сейсмического профиля; 8 – точки скважин

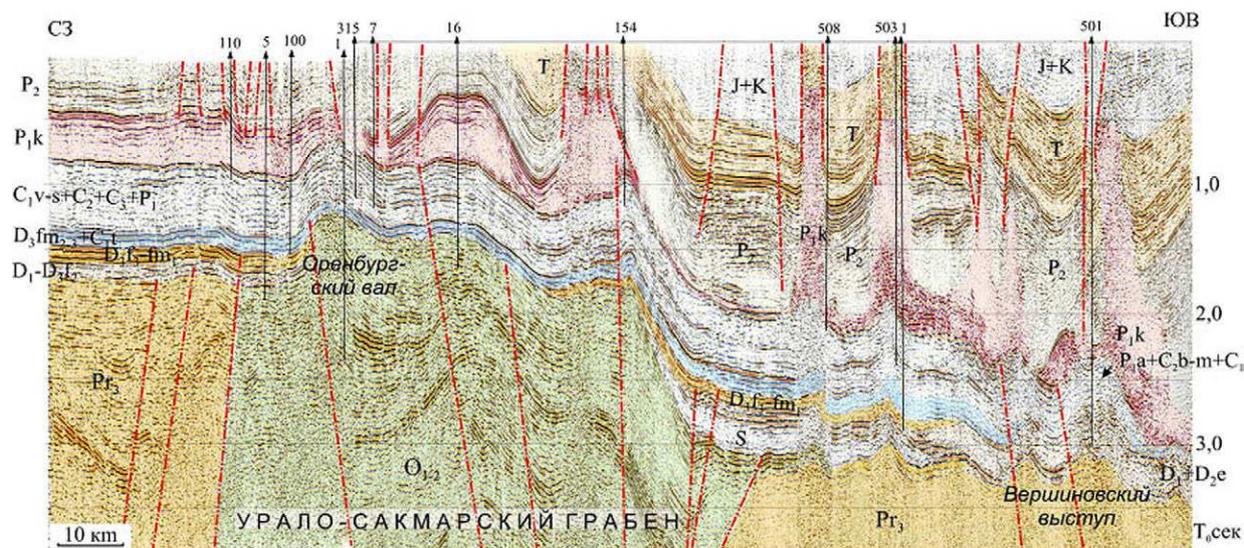


Рис. 3. Сейсмический временной разрез Оренбургского вала – Соль-Илецкого выступа
(ОАО «Оренбургская геофизическая экспедиция»)

с погружением подошвы соли на глубины 3700–3800 м. На приподнятом крыле флексуры выделены соляные подушки на Южно-Филипповской, Точильной, Каменной площадях.

На границе с Предуральским прогибом выделяются две системы соляных тел, ориентированных вдоль бортового уступа. Западная включает Бердянскую гряду, Куралинский, Нагумановский и Новоуспенский купола. Система, расположенная восточнее, включает южную часть Акбулакской гряды и Новопавловскую гряду.

В южной части Соль-Илецкого выступа и при приближении к Предуральскому прогибу, а также на его территории соляной тектогенез проявлялся активнее, что отразилось в формировании соляных куполов и гряд (рис. 3), ядра которых представлены каменной солью волгоградской свиты. Так, разрез соляной гряды, вскрытый скв.503 Нагумановской, представлен породами только волгоградской свиты мощностью 2920 м (инт. 850–3770 м). Свита представлена каменной солью с прослоями ангидрита. В нижней части свиты встречены четыре пачки (по 30–50 м) темно-серых аргиллитов

и мергелей, содержащих кунгурские спорово-пыльцевые комплексы. «Армированная толща», судя по сейсмическим разрезам, погружаясь при выдавливании пород волгоградской свиты, распространяется на склонах куполов в виде тел бокового прилегания или может присутствовать в межкупольных пространствах. Например, в скв.1 Нагумановской, расположенной на противоположном крыле соляной гряды, соленосная толща вскрыта в инт. 3000–3939 м и представлена переслаиванием каменной соли и ангидритов мощностью от 10 до 80 м. Повышенные значения ГК свидетельствуют о присутствии калийных солей, то есть склоновая часть гряды представлена «армированной» толщей. В скв.506 Нагумановской соленосная толща отсутствует.

Таким образом, при более приподнятом залегании соленосной толщи процессы соляного тектогенеза проявляются слабее и выражены в формировании соляных подушек по кровле соли. Южнее, при более глубоком залегании подсолевого ложа, выраженность соляных структур возрастает. Вдоль бортового уступа Предуральского прогиба формируются линейные гряды или

цепочки соляных куполов. Соляные подушки, распространенные в западной части, имеют амплитуды 100–200 м и залегают на глубинах 1000–1500 м. В восточном направлении выраженность соляных тел возрастает – своды соляных куполов и гряд расположены на глубинах 400–500 м, амплитуда соляных тел до 3000–3500 м.

Усиление интенсивности соляного тектогенеза в сторону Предуральского прогиба фиксируется на целом ряде сейсмических профилей, приведенных в работе [1]. На фрагменте сейсмического профиля № 37 видно, что в платформенной части формировались соляные подушки за счет деформации каменной соли волгоградской свиты (рис. 4). В бортовой зоне Предуральского прогиба уже сформировалась соляная гряда над Совхозной рифовой постройкой (рис. 5). При этом, судя по структурному положению выполняющих мульдовое пространство надсолевых отложений, формирование гряды происходило за счет перетока соли с территории Предуральского прогиба. Можно предположить, что причиной возникновения соляных складок явились тангенциальные напряжения со стороны складчатого Урала, определившие соляной тектогенез не только в Предуральском прогибе, но и на прилегающем обрамлении за счет перетока соли с прогиба на приподнятый блок обрамления.

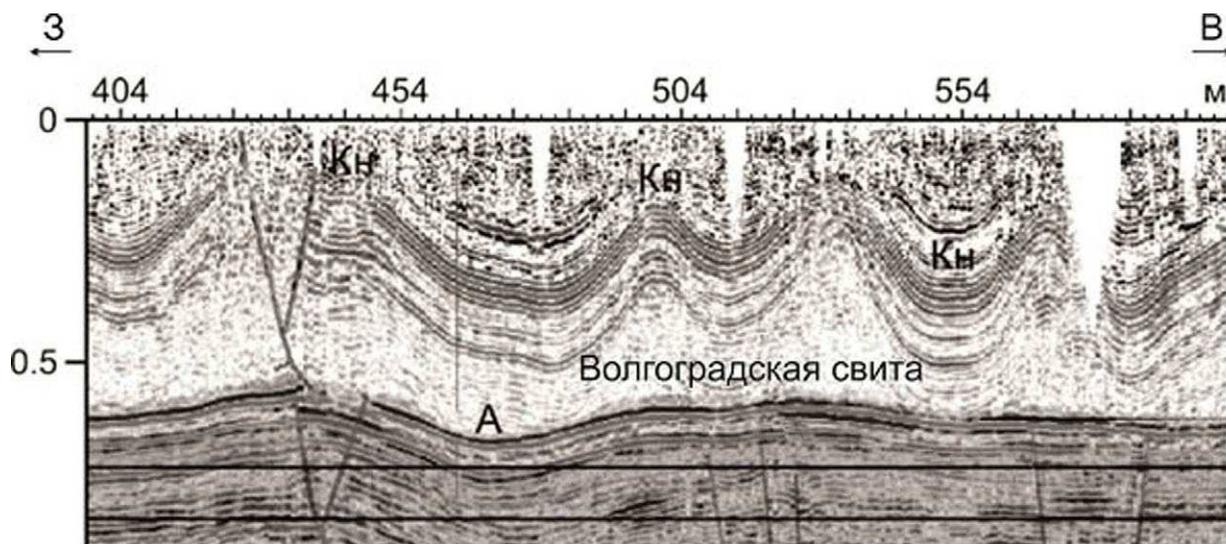
Вдоль бортового уступа Прикаспийской впадины (Илекско-Яйсанская флексура) интенсивность соляного тектогенеза увеличивается в восточном направлении. На западе выделяется Южно-Филипповская соляная подушка амплитудой до 100 м. Восточнее сформировался Соль-Илецкий купол амплитудой 1200 м, Авангардский (1500 м), западнее – Новоуспенский купол амплитудой 3000 м. Складывается впечатление, что тангенциальные нагрузки со стороны Предуральского прогиба оказывали большее влияние на соляной тектогенез, чем

Прикаспийская впадина. Как будет показано в статье, посвященной соляному тектогенезу в оренбургском секторе Прикаспийской впадины, кунгурская соленосная толща выдавливалась в сторону центральной части впадины, и первая прибортовая Базыровская гряда сложена верхнепермской соленосно-терригенной толщей.

На Соль-Илецком своде соляной тектогенез начался при залегании подошвы соли на глубинах 1200–1800 м в пределах Оренбургского свода. Южнее отмечается погружение до 4000–4200 на Нагумановской площади и до 4700 м на Вершиновской.

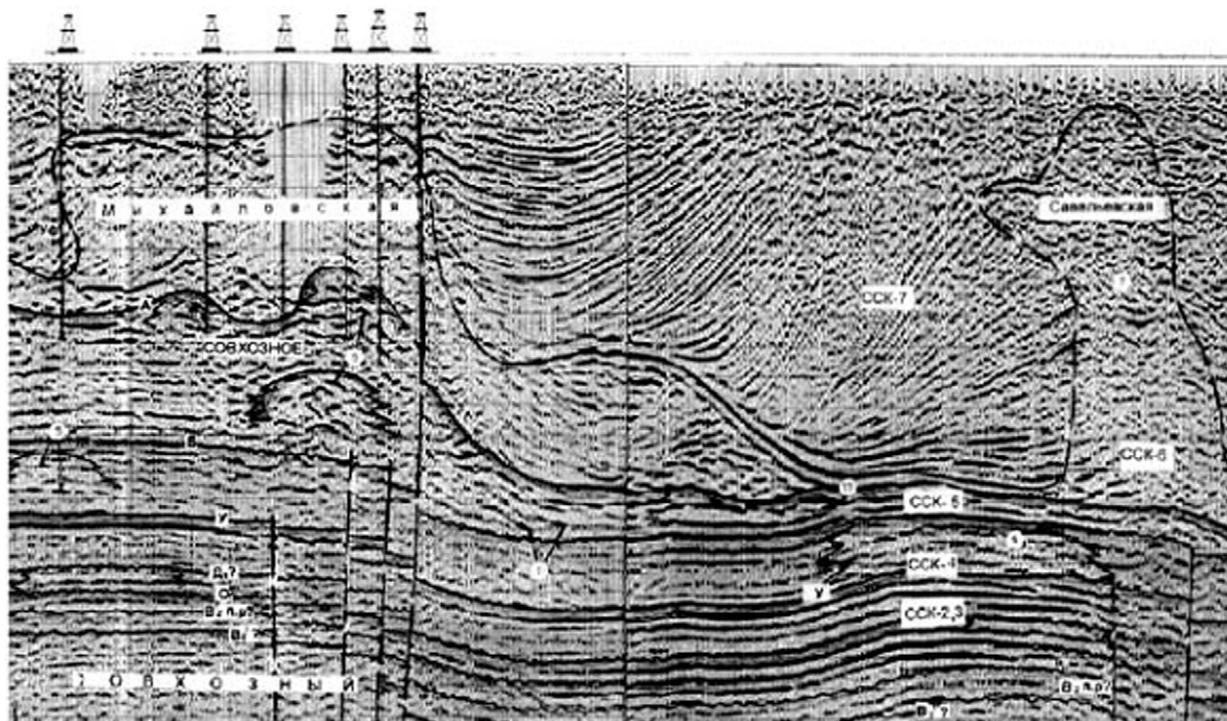
На уральском участке при залегании подошвы соли на глубинах до 2400–2900 м и на саратовско-волгоградском на глубинах 1300–1500 м при отсутствии или незначительной мощности волгоградской свиты признаки пластического перераспределения в соленосной толще не отмечаются. Можно сделать вывод о том, что соляной тектогенез в обрамлении проявился только в поле распространения волгоградской ритмопачки в том случае, когда ее мощность превышает мощность типичной ритмопачки «армированной» толщи и составляет порядка 150–200 м. Существенную роль при этом играет повышенная тектоническая активность в пределах Соль-Илецкого выступа, сформировавшая флексурные перегибы. Значительное влияние оказали тангенциальные напряжения со стороны Предуральского прогиба.

Вопрос: какое соотношение имеют выделенные соляные структуры с подсолевыми открытыми месторождениями? На прилагаемой карте (рис. 2) совмещено положение соляных структур и открытых месторождений в подсолевых нижнепермских и башкирских отложениях на территории Соль-Илецкого свода и Предуральского прогиба. Оказалось, что все открытые месторождения на рассматриваемой площади расположены под соляными подушками, куполами



**Рис. 4. Сейсмогеологический разрез по профилю № 37.
Западный фрагмент – плитная часть**
(использованы данные А. Н. Светлакова, 2011)

Отражающие горизонты, приуроченные к кровле: Кн – кунгурских отложений нижней перми, А – сакмаро-артинских отложений нижней перми



**Рис. 5. Фрагмент регионального сейсмического профиля МОГТ № 37
в районе Совхозного месторождения**
(использованы данные А. Н. Светлакова, 2011)

и грядами. По мнению авторов, генетическая взаимосвязь определяется тем, что формирование соляных тел и месторожде-

ний связано со структурными неоднородностями, тектоническими подвижками подсолевого ложа. В районе флексурных

перегибов создавались зоны неустойчивого равновесия соленосной толщи и происходил переток соленосных пород из опущенных блоков в приподнятые. С другой стороны, приподнятые блоки, особенно их южные части, в виду характерной для них асимметричности являлись благоприятными для формирования подсолевых структур. Не локальные подсолевые поднятия инициировали проявление соляного тектогенеза, а линейные структурные неоднородности подсолевого ложа. По этой причине присутствие соляно-купольного тела не является обязательным критерием для выделения подсолевого поднятия.

Таким образом, в пределах рассматриваемой территории первопричиной соляного тектогенеза является тектонический фактор, проявившийся в условиях распространения каменной соли волгоградской свиты в увеличенных мощностях.

В целом в пределах рассмотренной территории глубины залегания подсолевого ложа и значения мощности соленосной толщи являются близкими, как и на территории Припятской впадины. Подсоловое ложе в последней находится на глубинах 2–4 км, мощность франско-фаменской соленосной толщи достигает 1500–2000 м. Близкие параметры позволяют проводить в определенной степени аналогию в проявлении соляного тектогенеза. По мнению специалистов [2, 6, 5, 8, 7], большинство соляных поднятий в Припятской впадине приурочено к зонам сочленения опущенных и приподнятых блоков подсолевого ложа, то есть к линиям дизъюнктивных дислокаций. Соляные купола и гряды расположены преимущественно на приподнятых блоках подсолевого ложа. Первопричина проявления соляного тектогенеза заключается в вертикальных движениях по разрывным нарушениям.

Л и т е р а т у р а

1. Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность / Ю. А. Волож, М. П. Антипов, В. А. Быкадоров и др. – М.: Научный мир, 2013. – 264 с.
2. Горелик З. А. История тектонического развития Припятского прогиба // Проблемы тектоники Припятского прогиба. – Минск, 1974. – С. 24–30.
3. Условия формирования соляно-купольных структур в северной бортовой зоне Прикаспия / Е. Ю. Горюнов, П. А. Игнатов, Д. Н. Климентьева и др. // Геология нефти и газа. – 2010. – № 2. – С. 29–35.
4. Иванова Н. А., Сафонов А. О. Особенности строения галогенных толщ зоны сочленения Прикаспийской синеклизы и Волго-Уральской антеклизы на территории Оренбуржья // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2010. – Вып. 63. – С. 33–41.
5. Конищев В. С. Соляная тектоника древних платформ // Тектонические исследования в Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 59–77.
6. Макаревич В. И., Конищев В. С. Соотношение структурных планов соленосных толщ и подсолевых отложений Припятского прогиба // Проблемы тектоники Припятского прогиба. – Минск, 1974. – С. 52–61.
7. Махнач А. А. Введение в геологию Беларуси. – Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.
8. Москвич В. А. Морфогенетические типы зон отсутствия межсолевых отложений Припятского прогиба и перспективы их нефтегазоносности // Тектонические исследования в Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 78–92.
9. Местные стратиграфические подразделения верхней перми Прикаспийского региона / Ю. А. Писаренко, Н. П. Прохорова, Д. А. Кухтинов, В. И. Левина // Недра Поволжья и Прикаспия. – 1999. – Вып. 20. – С. 3–11.

10. Модель пермского соленакопления юго-восточной части Русской плиты и ее значение для поиска месторождений нефти и газа и различных видов полезных ископаемых /Ю. А. Писаренко, В. Ю. Писаренко, О. С. Киреенко, О. П. Гончаренко //Геология нефти и газа. – 2011. – № 1. – С. 38–46.

11. Фомина Г. В., Волжанин В. Г. Взаимоотношение структурных планов подсоловых и надсоловых отложений Оренбургского вала //Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений Оренбургской области. – 1973. – Вып. 11. – С. 87–91.

УДК 551.734.3 (470.44)

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОРОБЬЁВСКОГО ГОРИЗОНТА НА ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

© 2017 г. В. Н. Староверов, В. В. Гонтарев, Е. А. Воронкова
АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

Отложения воробьёвского горизонта пользуются широким распространением на рассматриваемой территории и отсутствуют в пределах двух крупных районов, которые приурочены к южному склону Жигулёвского свода, а также Пугачёвскому своду и Карповско-Тепловскому валу. В основу литолого-фациальных исследований и палеогеографических реконструкций рассматриваемой территории положены материалы, полученные предыдущими исследователями, и результаты изучения керн из скважин, пробуренных в течение последних пяти лет. В отличие от ранее проведенных построений (Писаренко), был сокращен геохронологический интервал (переход от фациального «матраса» к фациальной «простынке»), или выделены ранее не установленные палеогеографические обстановки [2]. Кроме того, проводимые исследования базировались на широко распространенных представлениях геологов о циклическом развитии юго-востока Русской плиты в течение среднего и позднего девона. Проведенные исследования также имеют прикладное значение, так как способствуют уточнению закономер-

ностей распространения и внутреннего строения потенциально продуктивного пласта D_{IV} . Полученные результаты наряду с геохимическими исследованиями пород воробьёвского горизонта позволили составить прогноз распространения материнских отложений в разрезах рассматриваемого стратиграфического интервала.

Типы разрезов. Изученные разрезы воробьёвского горизонта характеризуются сложным строением. С разной степенью уверенности в нем выделяются четыре пачки, которые обладают индивидуальными комплектами литотипов и их фациальными признаками. Две верхние пачки характеризуются относительной выдержанностью по площади и повсеместно формировались в однообразных палеогеографических обстановках. Породы нижних пачек отличаются резкой изменчивостью даже в пределах некоторых разведочных площадей, что свидетельствует о крайне нестабильных условиях осадконакопления.

В составе *нижней терригенно-карбонатной* пачки установлены пять основных литотипа, однако они, как правило, не выдержаны по латерали, характеризуются