



лах // Докл. АН СССР. 1982. Т. 267. № 6. С. 1458–1461.

Кутас Р. И. Тепловое поле и геотермический режим литосферы // Литосфера Центральной и Восточной Европы (обобщение результатов исследований). Киев, 1993. С. 114–135.

Марченко О. Н. К истории и результатам нефтегазописковых работ в северо-западной части Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. Вып. 29. 2002. С. 27–31.

Николаев В. А. Геодинамическое районирование Восточно-Европейской платформы для новейшего тектонического этапа : в 3 т. // Тектоника и геофизика литосферы. М., 2002. Т. 2. С. 56–59.

Озерова Н. А., Машьянов Н. Р., Рыжов В. В., Пиковский Ю. И. Ртуть как индикатор участия мантийных флюидов в формировании месторождений углеводородов (на примере газоконденсатных месторождений Прикаспийской впадины) // Фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа и развития нефтегазового комплекса России. М., 2007. С. 65–77.

Панкина Р. Г., Максимов С. П., Гурьева С. М. Образование конденсатов Карачаганакского месторождения по изотопным данным // Геология нефти и газа. 1985. № 11. С. 44–48.

Постнова Е. В. Формирование и эволюция геотермического режима Прикаспийской мегавпадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 2004. № 40. С. 3–12.

Постнова Е. В., Меркулов О. И. Анализ моделей строения флюидодинамической системы месторождения Тенгиз // Недра Поволжья и Прикаспия. 1998. Вып. 16. С. 18–24.

Тищенко В. А., Молчанова Л. П. О первых находках в шлихах киновари и других сульфидных минералов на территории Саратовского Поволжья // Докл. АН СССР. 1970. Т. 192, № 6. С. 885–887.

УДК 553.632 (470.45)

ВНУТРЕННЯЯ СОЛЯНАЯ ТЕКТОНИКА В ГАЛОГЕННОЙ ТОЛЩЕ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

С. А. Свидзинский, С. А. Федоров, Г. А. Московский¹.

ОАО «ЕвроХим-ВолгаКалий», г. Котельниково

E-mail: SvidzinskySA@yandex.ru

²Саратовский государственный университет

E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

Поисково-разведочные работы, проведенные на месторождении в 1979–1982 гг. и 2006–2009 гг., позволили подготовить его к промышленному освоению, установив при этом своеобразное проявление в субгоризонтально залегающих галогенных образованиях внутренней соляной тектоники. Критерием оценки степени и характера внутрисоляной тектоники является **будинаж**, т. е. реакция жестких доломит-ангидритовых прослоев, развитых в солях на возникающие тектонические напряжения. При изучении Гремячинского месторождения выявлен будинаж необычной формы: не растяжения, а нагнетания. Опыт изучения внутренней соляной тектоники Эльтонского купола, складчатости Светлоярской антиклинальной структуры и Гремячинского месторождения позволяет обосновать первопричину образования солянокупольных объектов.

Хуторской М. Д., Антипов М. П., Волож Ю. А., Поляк Б. Г. Температурное поле и трехмерная геотермическая модель Прикаспийской впадины // Геотектоника. 2004. № 1. С. 63–72.

Хуторской М. Д., Тевелева Е. А., Цыбуля Л. А., Урбан Г. И. Тепловой поток в солянокупольных бассейнах Евразии – сравнительный анализ // Геотектоника. 2010. № 4. С. 3–19.

Цветкова Т. А., Шумлянская Л. А., Букгаенко И. В., Заец Л. Н. Сейсмотомография Восточно-Европейской платформы // Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Казань, 2007. С. 191–195.

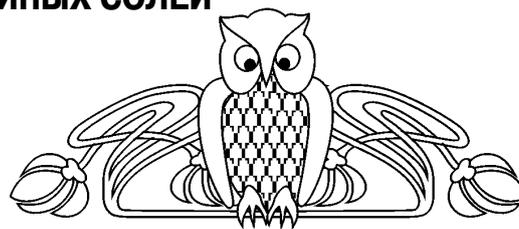
Чекалюк Э. Б. Нефть верхней мантии. Киев, 1967. 256 с.
Osborne M. J., Swarbrick R. E. Mechanisms for generating overpressure in sedimentary basins: a reevaluation // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1997. Vol. 81, № 6. P. 1023–1041.
Polyak B. G., Tolstikhin I. N. Isotopic composition of the Earth's helium and the motive forces of tectogenesis // Chem. geol. 1985. Vol. 52. P. 9–33.

Polyak B. G., Tolstikhin I. N., Kamensky I. L., Yakovlev L. E., Marty B., Cheshko A. L. Helium isotopes, tectonics and heat flow in the Northern Caucasus // Geochim. et cosmochim. Acta. 2000. Vol. 64, № 11. P. 1925–1944.

Smirnov Ya. B., Kutas R. I., Zui V. I. USSR. In Geothermal Atlas of Europe L.; Montreal, 1992. P. 91–101.

Sugisaki R., Mimura K. Mantle hydrocarbons: abiotic or biotic? // Geochem. et cosmochim. acta. 1994. Vol. 58, № 11. P. 2527–2542.

Wang Yang. Is there any relation between helium isotope composition of underground fluids and heat flow in continental areas? // Science in China (series E). 2001. Vol. 44, Supp. P. 186–192.



Ключевые слова: складчатость, будинаж, галогенные породы, соляные купола, разведочные работы

Internal Salt Tectonics within the Halogenic Series in the Gremyachinskoye Potassium Salt Field

S. A. Svidzinskij, S. A. Fyodorov, G. A. Moskovskij

Explorations of 1979–1982 and 2006–2009 have made the field ready for industrial development and have revealed peculiar manifestations of internal salt tectonics within the subhorizontal halogenic bodies. The degree and the character of intrasalt tectonics are estimated according to **boudinage**, i. e. the response of the rigid dolomite-



anhydrite interlayers within the salts to arising tectonic stresses. Upon folding, the interlayers are torn into separate fragments and stretched along the bedding. Examination of the Gremyachinskoye field has revealed uncommon type of boudinage: that of infusion, not of stretching. The experience of studying internal salt tectonics at the Elton dome, folding at the Svetloyarskaya anticlinal feature and folding at the Gremyachinskoye field makes it possible to establish the primary cause of salt-dome unit formation.

Key words: folding, boudinage, halogenic rocks, salt domes, exploration.

Гремячинское месторождение калийных солей выявлено и предварительно изучено на поисковой стадии Волгоградской геологоразведочной экспедицией в 1979–1982 гг. [Свидзинский и др., 1986]. В 2006–2009 гг. на месторождении силами ОАО «МХК ЕвроХим» проведена разведка и осуществляется подготовка к его промышленному освоению. Материалы отмеченных поисково-разведочных работ легли в основу излагаемых ниже результатов исследований.

Соляная тектоника определяется как вид складчатости нагнетания, присущий соляным образованиям. Внешними факторами проявления такой складчатости являются различного рода соляные структуры: антиклинали, валы, штоки, купола и т. п.

В связи с тем, что галогенные толщи, участвующие в формировании соляных структур, первично-слоистые и характер их складчатости, как правило, резко отличается от внешних форм, возникли и вошли в практику понятия «внутренняя соляная тектоника» и «внешняя» [Китык, 1970], или «общая» [Иванов, Воронова, 1972] соляная тектоника.

Внешняя соляная тектоника солянокупольных областей сравнительно хорошо изучена в связи с региональными геофизическими работами и глубоким бурением на нефть и газ. Установлены большое разнообразие соляных структур и зависимость их формирования от совокупности многих условий, к которым, прежде всего, относятся региональные тектонические движения.

Что же касается внутренней соляной тектоники, изучение которой приобретает практическое значение при поисково-разведочных работах на минеральные соли, то ни само это понятие, ни специфика её проявления до середины 70-х годов прошлого столетия не имели четкого определения в литературе и различными исследователями трактовались неоднозначно. Ю. А. Косыгин [1958] под внутренней соляной тектоникой подразумевал возникновение деформаций внутри соляной толщи в результате течения солей. В. И. Китык [1970] трактует её как своеобразную деформацию внутри соляной толщи, которая проявляется в дисгармоничной складчатости слагающих эту толщу отдельных слоев соляных пород. Таким образом, оба эти автора, впервые определившие понятие внутренней соляной тектоники, природу её усматривали, прежде всего, в специфических

свойствах солей, в их повышенной, по сравнению с другими породами, пластичности.

Широкомасштабные и детальные исследования проявлений внутренней соляной тектоники были проведены при изучении Эльтонского солянокупольного месторождения калийных солей и Баскунчакской солянокупольной структуры в 1965–1978 гг. В результате были сделаны следующие выводы [Свидзинский, 1992]:

- критериями объективной оценки степени проявления внутренней соляной тектоники в галогенных толщах являются следующие факторы: сохранность первичных текстурно-структурных признаков пород и минералов, наличие дизъюнктивных нарушений, характер складчатости и будинаж;

- для разрезов соляной толщи хорошо изученных солянокупольных структур Эльтон и аскунчак на интервалы со значительно нарушенной, практически невозстановимой первичной слоистостью приходится около 4% от общего количества полученного кернового материала (55,4 тыс. погонных метров);

- соляные отложения в солянокупольных структурах интенсивно дислоцированы, развиты в основном сложные, часто опрокинутые изоклиналильные складки, однако преобладающим типом складчатости является складчатость подобная, а не дисгармоничная; разрывные нарушения, кроме будинажа и весьма редких внутрислойных трещин, практически отсутствуют;

- будинаж широко развит в солянокупольных структурах именно в связи с интенсивным складкообразованием.

Впервые явление тектонического разлинзовывания первоначально единого геологического тела было названо будинажом в 1909 г. М. Лоэстом. С точки зрения В. В. Белоусова [1948], будинаж является следствием неравномерного распределения напряжений в слое, подвергающемся разлинзовыванию. В. Н. Данилович [1949] ввел понятие о «жестких слоях», т. е. таких, вещество которых практически неспособно течь, когда вмещающая порода находится в состоянии течения. По его представлениям, разделяемым Ю. А. Косыгиным [1958], в результате растяжения при складкообразовании жесткие слои разделяются на блоки посредством трещин скалывания и трещин растяжения. Этот механизм обуславливает удлинение слоя, неспособного к пластическому вытягиванию.

Природа и специфика проявлений будинажа в соляных образованиях позволяет сделать вывод, что жесткие сезонные слойки и многолетние прослойки ангидрита, широко развитые в галогенных формациях, служат надежным индикатором степени проявления пластичности солей или внутренней соляной тектоники. Эти слойки чутко реагируют на тектонические воздействия, возникающие при пластических перемещениях вмещающей соляной породы.



При изучении Гремячинского месторождения калийных солей установлен будинаж необычной формы, требующий объяснения своего происхождения.

Продуктивная сильвинитовая залежь здесь располагается в теле соляного массива субгоризонтально с незначительным уклоном в восточном и северо-восточном направлениях (рис. 1). В центральной части месторождения прослеживается несколько малоамплитудных локальных, изометричных по форме, поднятий с превышением 50–70 м на интервале 1,5–2,0 км. Углы залегания в продуктивном слое, а так же перекрывающей и подстилающей каменной соли варьируют от 0° (преимущественно) до 5–10°. Исключение фиксируются в разрезе по скважине № 15, где углы залегания сильвинитовой залежи составляют 45–50°. По всем признакам эта скважина перебурила залежь на крыле отмеченного выше локального поднятия.

Выше сильвинитового пласта погожской ритмопачки залегает мощный (80–100 м) базальный доломит – ангидрит – галитовый пласт антиповской ритмопачки. В этом пласте слои доломит-ангидритовой породы зачастую ломаются, дробятся и располагаются под углами 30–40°. Особенно ярко это проявилось в разрезе

скважин № 13 и 31, на интервалах 1040–1075 м и 1100–1160 м соответственно. Здесь углы залегания пород субвертикальные – 70–90°. Ниже и выше по разрезу в каменной соли и калиеносных породах углы резко выколаживаются.

Мы объясняем подобное явление факторами будинирования «жестких» горизонтов. Однако этот будинаж вызван другими причинами, нежели будинаж при складкообразовании. В данном случае ангидрит-доломитовые слои не растягиваются по слою, а, наоборот, нагнетаются, вздыбливаются внутри слоя, увеличивая в определенных пределах общую мощность жестких горизонтов.

Природа данного явления, по всей видимости, заключается в следующем.

При общем субгоризонтальном залегании галогенной толщи в районе Гремячинского месторождения (южная часть Приволжской моноклинали), в определенные периоды эпигенетической стадии развития бассейна сказывалось воздействие сдавливающего напряжения со стороны либо Воронежской антеклизы (с запада), либо складчатой зоны Восточного Донбасса (с юга), либо одновременно и с запада, и с юга.

Компетентные (более пластичные) породы галогенной толщи отреагировали на такое воздействие образованием отмеченных выше соляных

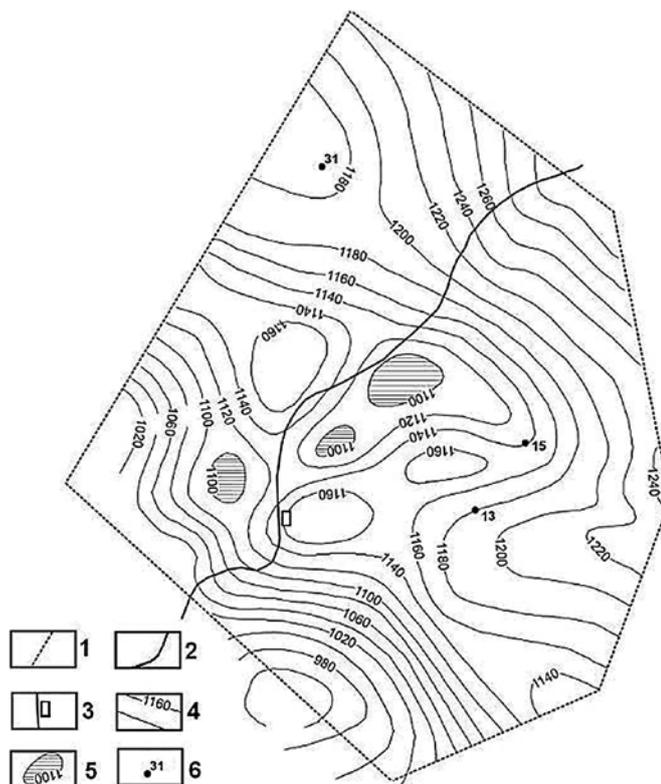


Рис. 1. Гремячинское месторождение калийных солей: 1 – граница лицензионного участка; 2 – железная дорога; 3 – железнодорожная станция Гремячая; 4 – изолинии глубин залегания продуктивного сильвинитового пласта; 5 – своды малоамплитудных соляных антиклиналей; 6 – скважина и её номер



антиклиналей, а на остальной территории – волновых форм. Жесткие же слои ломались, дробились, нагнетая мощность вмещающих пластов в определенных ослабленных (способствующих) зонах.

Таким образом, мы полагаем адекватным и целесообразным подразделить понятие «буди́наж» на буди́наж растяжения (при складкообразовании в солянокупольных структурах) и буди́наж сжатия, или нагнетания, компенсирующий горизонтальные тектонические напряжения на субгоризонтально залегающие соленосные породы.

Как было отмечено выше, внешняя соляная тектоника, вернее созданные под её воздействием формы солянокупольных структур изучались исключительно площадной геофизикой и бурением нефтяных скважин без отбора керна. Отсутствие знаний о внутреннем строении солянокупольных объектов породило большое количество гипотез их образования, основываемых в основном на априорных представлениях о сверхпластичности и даже сверхтекучести солей, создающих дисгармоничную складчатость, другими словами, структурно-стратиграфический хаос, неподдающийся расшифровке.

Изучение внутреннего строения (внутренней складчатости) Эльтонского и Баскунчакского соляных куполов с применением разработанных и надежно апробированных практикой методических приемов [Свидзинский, Московский, 2008], исследование Светлоярской антиклинальной

структуры и моноклиально залегающих соляных пород Гремячинского месторождения позволяют представить образование солянокупольных структур от первопричины, или «первотолчка», до современных форм в следующем порядке (на примере Северо-Прикаспийского солеродного бассейна).

В нижнепермское (кунгурское) время на территории Прикаспийской впадины и восточной краевой зоны Русской платформы (Приволжская моноклиаль) накопилась мощная толща галогенных пород (до 1 км на моноклинали и до 2–3 км во впадине). В посткунгурский период, в связи с масштабным (5–10 км) погружением галогенных образований на территории впадины, эти образования претерпели боковое давление со стороны краев или условно береговых линий в связи с естественным сокращением вмещающей их площади с глубиной. В связи с этим первоначально образовалось гофрирование соляных пластов и, в отдельных пунктах возникли малоамплитудные антиклинали.

Погружение соленосных пород на значительные глубины повышает температуру и вертикальное давление. Соляная порода становится податливой с точки зрения формирования складчатости и выдавливания её с синклиналильных участков в антиклинальные. В прибортовых зонах формируются, как правило, соляные антиклинали типа Светлоярской, амплитудой порядка 300–500 м (рис. 2).

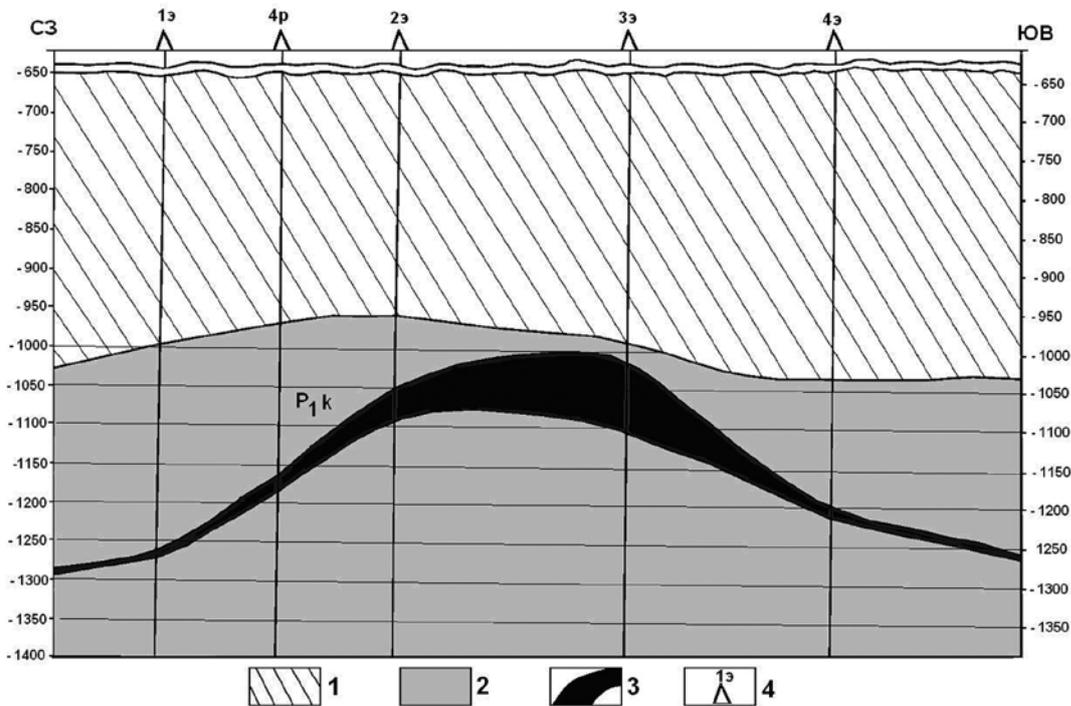


Рис. 2. Светлоярская антиклинальная структура. Геологический разрез по профилю I: 1 – надсолевая толща; 2 – нижнепермские отложения, кунгурский ярус; 3 – своды малоамплитудных соляных антиклиналей; 4 – буровая скважина и её номер (э-эксплуатационная, р – разведочная)



Цепочки таких антиклиналей хорошо прослеживаются вдоль западного борта Прикаспийской впадины. По направлению к центральной части впадины возникают изометричные соляные купола, куда с околокупольных соседствующих территорий собираются (выдавливаются) галогенные породы с образованием интенсивной, однако подобной внутренней складчатости. Процесс этот, по всей видимости, был спокойным и долговременным, о чем свидетельствует отсутствие или очень слабое, практически незначительное проявление дизъюнктивной тектоники, кроме, естественно, будинажа.

Библиографический список

- Белюсов В. В.* Общая геотектоника. М. ; Л, 1948. 600 с.
- Данилович В. Н.* Некоторые вопросы, связанные с проблемой складчатости напластований // ДАН СССР. 1949. Нов. серия, Т. 68, № 3. С. 15–21.
- Иванов А. А., Воронова М. Л.* Галогенные формации (минеральный состав, типы и условия образования, методы поисков и разведки месторождений минеральных солей). М., 1972. 327 с.
- Китык В. И.* Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины. Киев, 1970. 201 с.
- Косыгин Ю. А.* Тектоника нефтеносных областей. М., 1958. Т. 1. 516 с.
- Свидзинский С. А.* Внутренняя тектоника солянокупольных структур и методы её изучения. Ростов н/Д, 1992. 152 с.
- Свидзинский С. А., Музалевский М. М., Ковалевский Ф. И.* Гремячинское месторождение сильвинитов // Новые данные по геологии соленосных бассейнов Советского Союза. М., 1986. С. 10–18.
- Свидзинский С. А., Московский Г. А.* Методика поисково-разведочных работ на минеральные соли в условиях солянокупольных структур. Саратов, 2008. 72 с.