

Механизмы реализации соляной тектоники на Верхнекамском месторождении, Пермский край

Анализ публикаций по соляной тектонике мира позволил разделить все соляные структуры по механизму формирования на шесть типов (табл.) [Чайковский, 2013]. Пять из них связаны с высокой пластичностью соли, реализующейся при воздействии внешней нагрузки. При этом она нагнетается из одних участков в другие с образованием интенсивной складчатости, которая связывается с течением солей. Однако течение – это не переход во флюидообразное состояние, а процесс структурной перестройки соляного массива, который осуществляется за счет пластических и хрупких деформаций. Установлено, что пластичность солей увеличивается при повышении давления, нагреве, а межзерновые связи ослабевают в присутствии включений рассола.

Верхнекамское месторождение представляет собой пример гравитационного скольжения и течения по пологим поверхностям подошвы и кровли соляной залежи [Чайковский, 2003]. Малые глубины залегания (100–500 м) предопределили низкие температуру и давление, а также существенно субгоризонтальный характер движения солевых масс.

Исследование в различной степени деформированных пород и наблюдения в горных выработках Верхнекамского месторождения позволили проследить, что структурные изменения, связанные с «течением» солей, проявляются на разных уровнях. На уровне зерен и их агрегатов они определяются, главным образом, минеральным составом солей. Наименее прочным является содержащий кристаллизационную воду карналлит. Его зерна легко обкальваются и дробятся с образованием порфиробластовых пород и сахаровидно-белых «милонитов».

Обладающие совершенной спайностью зерна сильвина вначале колются на плашки, которые смещаются друг относительно друга с образованием директивной структуры напоминающей рисунок кирпичной кладки. При дальнейшей деформации они перетираются в тонкозернистый перекристаллизованный агрегат.

Галит присутствует в виде двух типов агрегатов (прослоев): средне-крупнозернистой перистой соли и мелкозернистой соли. Первая разность, по сравнению со второй, чаще выступает как относительно компетентная порода. Но и она в процессе

Типизация основных механизмов формирования соляных структур

| № п/п | Тип соляной тектоники | Механизм формирования структур | Эталоны типа (<i>и подтипа</i>) |
|-------|--|---|---|
| 1 | Солянокупольная (галокинез Трусгейма, активный диапиризм Джексона) | Гравитационная адвекция или поперечное сжатие сверху | 1. В условиях равномерной нагрузки – Прикаспий, Кавир (Ц. Иран), Западно-Техасский бассейн |
| | | | 2. В условиях проградации – Мексиканский залив |
| 2 | Солянокупольная, связанная с блоковыми подвижками в фундаменте (реактивный диапиризм Джексона) | Гравитационная адвекция (поперечное сжатие снизу) в сочетании с перегибом | 1. Днепровско-Донецкая и Припятская впадины, Цехштейновый бассейн |
| 3 | Компрессионная соляная (диапиризм Мразека) | Продольное сжатие | 1. Карпаты и Предкарпатье 2. В условиях косой коллизии – Тюбегатан (Узбекистан) |
| 4 | Тектоника срыва юрского типа | Послойный сдвиг со складчатостью срыва | 1. Юрские горы, Загрос (Ю. Иран), Иркутский амфитеатр |
| 5 | Тектоника гравитационного скольжения | Гравитационное течение и скольжение | 1. Растяжение в тыловой части покрова – Мексиканский залив, Побережье Анголы |
| | | | 2. Нагнетание во фронтальной части покрова – Мексиканский залив |
| | | | 3. Течение соляных глетчеров – Загрос (Иран) |
| | | | 4. Многократное течение и скольжение по основанию и кровле соляной залежи – Верхнекамское месторождение |
| 6 | Тектоника деградации соляных структур | Растворение солей | 1. В спокойных условиях – Прикаспий (дизъюнктивные мульды Руженцева) |
| | | | 2. В условиях растяжения – Побережье Анголы (структуры типа черепахи) |

деформации колется по спайности зерен. Поскольку она является наиболее богатой флюидными включениями, последние отгоняются на границы блоков, где формируют специфический линейный или дактилоскопический рисунок с ослабленными межзерновыми связями. Максимально измененная каменная соль характеризуется директивной и флюидальной текстурой с полной утратой элементов первичной слоистости.

На уровне слоев или пластов, сложенных различными минералами, деформации также различаются. Карналлитовые пласты редко сохраняют сезонную слоистость (рис. 1а, б). Чаще всего это практически полностью брекчированные порфиробластовые породы, осложненные согласными горизонтами милонитов, которые тяготеют к маломощным будинированным прослоям каменной соли. Отмечаются также слабдеформированные горизонты крупнообломочных брекчий с хаотичной

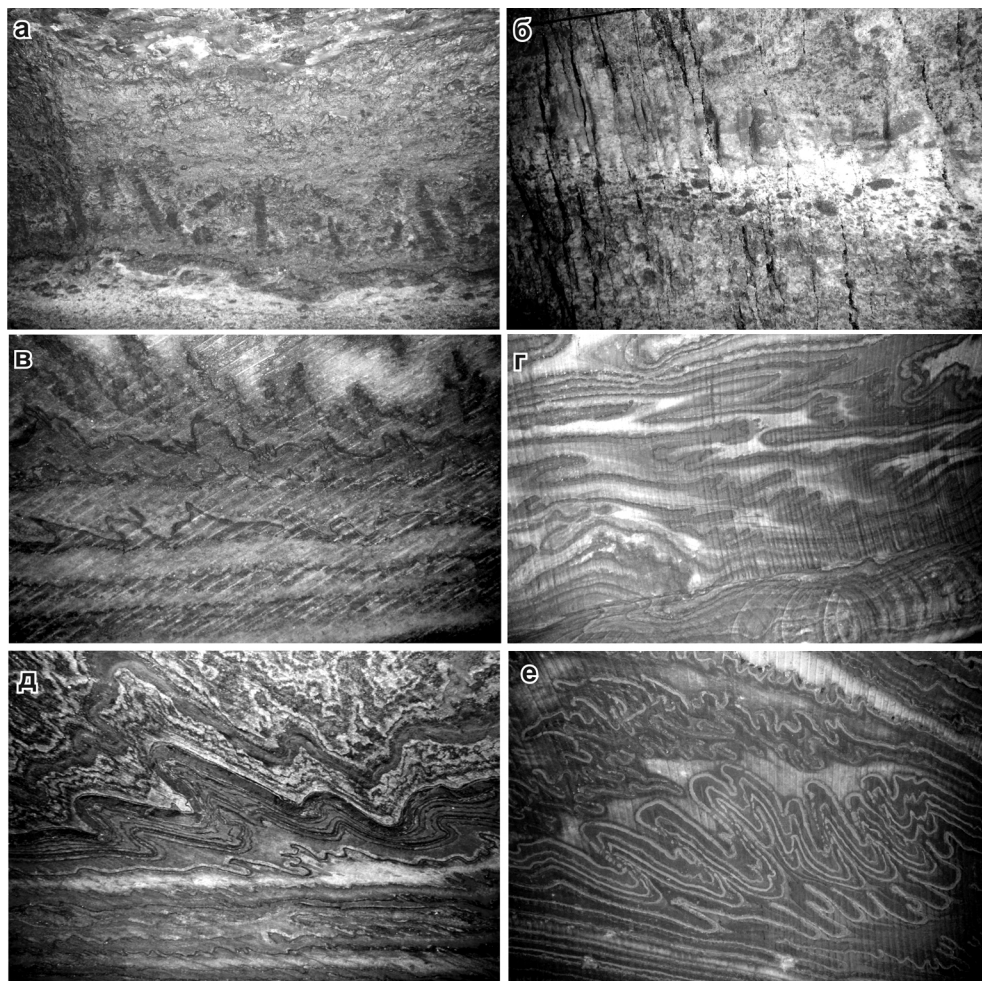


Рис. 1. Деформации карналлитовых (а, б) и сильвинитовых (г–е) пластов: а, б – горизонты крупнообломочных брекчий и зон милонитизации; в, г – многослойные складки волочения и течения; д, е – одноярусные и многоярусные складки срыва.

ориентировкой фрагментов слоев и линзовидные тела вторичного полиэдрического карналлитита, свидетельствующие об активности флюидов и проявлении процессов перекристаллизации. На складчатых участках мощность одного из пластов (пласт В) может варьировать от 3 до 20 м, что отражает существенное перераспределение карналлита из синклиналией в антиклинали.

Сильвинитовые пласты характеризуются существенно меньшими вариациями мощности. Течение солей в них может реализовываться за счет проявления складчатости волочения, проявленной вдоль многочисленных годовых слоев, или пламене-видной складчатости течения, охватывающей существенную часть пласта (рис. 1в, г). Чаще всего пространственное перераспределение сильвинита связано с формированием бескорневых складок срыва, нередко содержащих одну или несколько зон милонити-

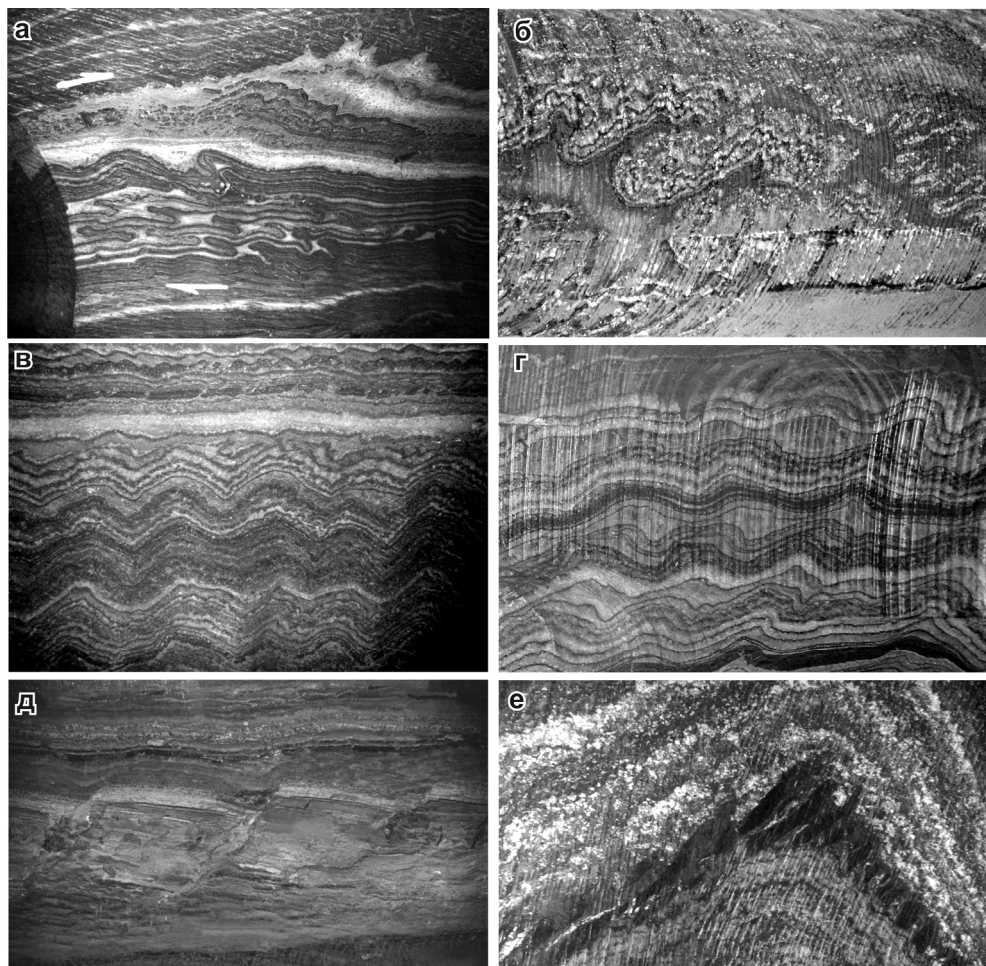


Рис. 2. Деформации в солевых породах: а – контакт сylvинитового и карналлитового пласта с различным направлением складчатости; б – прослойка каменной соли в сylvинитовом пласте разбитый взбросо-складками; в – гребневидная складчатость в каменной соли; г – четковидные раздувы зернистой соли; д, е – будинаж глинистого пласта в каменной соли и глинистого прослоя на контакте галитита и сylvинита.

зированной соли, формирующих в антиклиналях несколько структурных ярусов (рис. 1д, е). Такие же многоярусные сооружения, связанные с разнонаправленным движением, отмечены на контакте с карналлитовой породой (рис. 2а).

Пласты каменной соли имеют наименьшие вариации мощности. Когда они тяготеют к сylvинитовым пластам, для них типична шевронная складчатость (складчатость излома), характерная для более компетентных пород (рис. 2в, г). Относительные смещения отдельных пачек происходили вдоль прослоев зернистой соли, приобретающих четковидные раздувы. Относительно маломощные слои галитита в сylvинитовом пласте могут осложняться взбросо-складками и формировать внутрипластовые складчато-надвиговые сооружения (рис. 2б).

Самыми хрупкими в соляной толще являются прослой и пласты глин, которые подвергаются будинажу и пространственному растаскиванию, отражая значительные горизонтальные перемещения вдоль них (рис. 2д, е).

Таким образом, специфика проявления соляной тектоники в малоглубинных условиях Верхнекамского месторождения обусловлена литологической и, соответственно, реологической расслоенностью соляной залежи, а также существенной ролью послонного течения и скольжения, проявленных в виде многослойных складок волочения, срыва и зон милонитизации.

Литература

Чайковский И.И. Основные этапы формирования тектонических нарушений в водозащитной толще Верхнекамского калийного месторождения // Горный журнал. 2008. № 10. С. 41–44.

Чайковский И.И. Типизация основных механизмов соляной тектоники мира: Верхнекамское месторождение как эталон многоэтапного гравитационного скольжения // Вестник Пермского научного центра. 2013. № 1. С. 18–37.