

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИНДЕРСКОГО СОЛЯНОГО КУПОЛА

Д.Е. Трапезников

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация.** В статье представлен краткий обзор геологического строения Индерского соляного купола. Соляная толща Индерского купола имеет мощность порядка десяти километров. В верхней части соляной структуры имеются разведанные запасы калийных солей, потенциально пригодные для разработки. Апикальная часть купола срезана гипергенными процессами, в ходе которых сформировалась мощная гипсово-глинистая шляпа – кепрок. В отложениях кепрока известны проявления и месторождения нескольких десятков боросодержащих минералов. Территория Индерского соляного купола – уникальный природного объект Прикаспийской впадины – имеет потенциал к развитию как в горнодобывающем направлении, так и в научно-просветительском.

**Ключевые слова:** Индерский соляной купол, Индерское озеро, калийные соли, бораты, кепрок.

### Введение

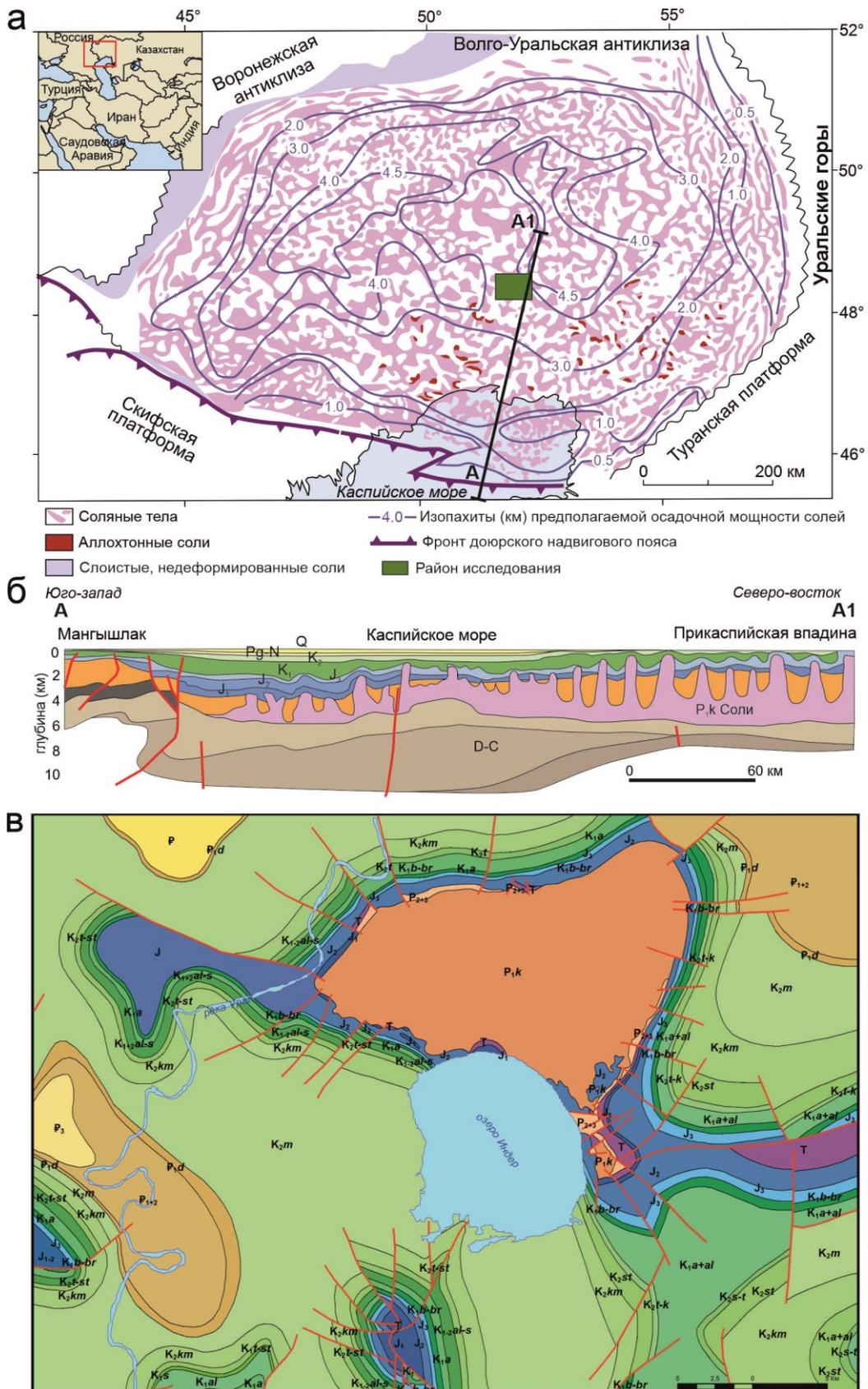
Индерский соляной купол – одна из самых известных соляных структур Прикаспийской впадины, получившая свое название от одноименного озера. Индерское озеро – довольно крупное самосадочное бессточное солоное озеро, расположенное в 10 км к востоку от реки Урал и в 150 км к северу от береговой линии Каспийского моря. Реки в озеро не впадают, питание в основном подземное: соленые источники, приуроченные к отложениям глин, которых много у берегов, а также талые и дождевые воды весной. Воды озера содержат соли высокого качества с содержанием калия, брома и бора. В год в озере осаждается до 1,5 млн. т каменной соли. Толщина соляного пласта в отдельных местах достигает 10-15 м. На данный момент соляной пласт активно разрабатывается, а глины озера используются в лечебных целях (Индерский..., 2017).

Соляной купол выражен в земном рельефе в виде Индерского поднятия, представляющего собой приподнятую равнинную местность с рядом возвышенностей – холмов, носящих названия Индерские горы и Джаман-тау. Высота холмов над равниной не превышает 20-25 м. Чередуются они с замкнутыми котловинами площадью от 0,5 до 5 км<sup>2</sup>. Равнина и холмы в основном сложены гипсами, карстовые процессы в которых наложили отпечаток в рельефе в виде углублений различной формы и величины.

В тектоническом плане рассматриваемый регион относится к центральной части Прикаспийской впадины – Центрально-Прикаспийской депрессии, с глубиной залегания подсолевых отложений до 12 км и фундамента более 20 км (рис. 1). С востока Прикаспийская впадина обрамляется складчатым Уралом и сопряженным с ним Предуральским краевым верхнепалеозойским прогибом (Volozh et al., 2003).

На рассматриваемой территории известны отложения от архейских до современных. Представления о архейских и протерозойских отложениях получены по незначительному количеству скважин, пробуренных на севере и северо-западе территории. В этих же районах вскрыты породы среднего палеозоя и карбона. Более молодые отложения перми, триаса, юры, мела, палеогена и неогена обнажены на многих участках и вскрыты скважинами. Отложения четвертичной системы различного генезиса и объема в виде покрова распространены почти повсеместно (Akhmedzhanov et al., 2014).

В связи с развитием мощной нижнепермской соляной толщи в регионе выделяются три структурных этажа: подсолевой, солевой и надсолевой. Подсолевые отложения часто являются нефтесодержащими. Солевой комплекс во многих структурах имеет потенциальные запасы калийных и каменных солей. Надсолевой комплекс, в особенности гипсово-глинистые шляпы, зачастую содержит уникальные карстово-элювиальные месторождения боратов (Индерские бораты, 1938).



**Рис. 1.** (а) Региональная схема Прикаспийской впадины (Volozh et al., 2003) с положением района исследования. (б) Геологический разрез (Akhmedzhanov et al., 2014). (в) Геологическая карта района Индерского соляного купола (оцифровано с геологических карт: М-39-XXXIV и М-39-XXXV, ВСЕГЕИ, 1966 г., с исправлениями)

### Строение соленосной толщи

Мощность вскрытого разреза соленосной толщи на Индере – 2700 м, по данным сейсморазведки в сводах куполов она достигает 9000-11000 м, а в межкупольных пространствах уменьшается до 0 м. В соленосном разрезе куполе Индер выделяются четыре свиты. Нижняя, *сутпайтауская* (более 1000 м), состоит из светлой прозрачной каменной соли с тонкими прослойками ангидрита. *Кызылтауская свита* (600 м) представлена тремя пачками: нижней – галопелитовой, средней – сильвинит-полигалитовой и верхней – галитовой. В основании следующей, *кургантауской, свиты* (650 м) прослеживается горизонт – главный ангидрит, состоящий из ангидритов, разделенных галитами. Выше располагается почти бесцветная чистая каменная соль с тонкими прослойками ангидрита. Верхняя, *тотджальская свита* (500 м), состоит из светлой кристаллической каменной соли с редкими прослойками калийных солей.

На вершине купола соляной разрез перекрывается кепроком (глинисто-гипсовой шляпой) – гипс-ангидритовой толщей, представляющий собой осадочный комплекс, сформировавшийся за счет растворения верхней части соляного штока. Кепрок сложен глинистыми гипсами, ангидритами, содержащими прослойки и линзы карбонатных пород. Мощность от первых метров до 250 м (Нишнепермская..., 1981).

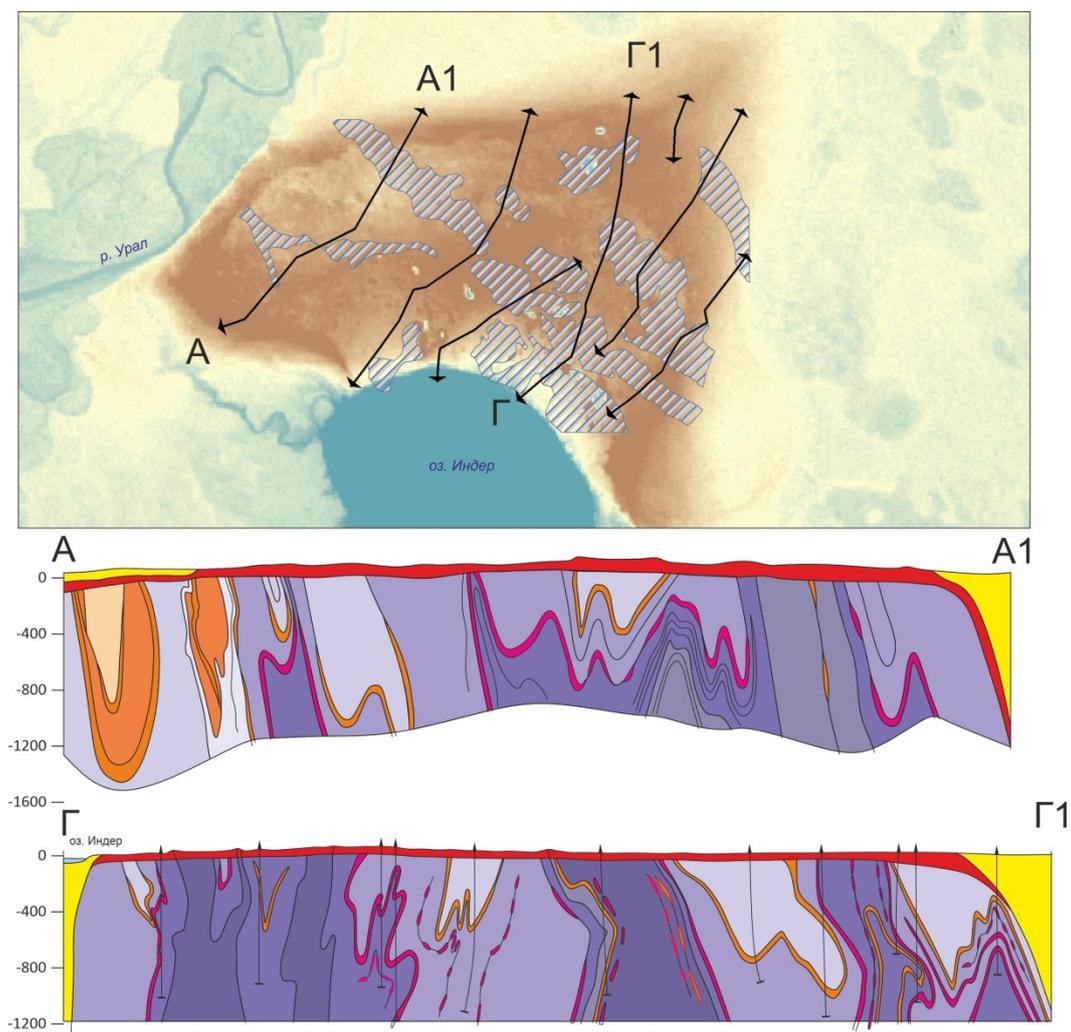
Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Свита	Пачка	Колонка					
ПЕРМСКАЯ Р	Р <sub>3</sub>	Р <sub>3</sub> ft			Песчаниково-конгломератовая		100	Переслаивание красноцветных песчаников и конгломератов			
					Красноцветная		200	Переслаивание красноцветных глин, песчаников, конгломератов, а с верху и мергелистых сланцев			
	Р <sub>2</sub>	Р <sub>2</sub> kz	Иренский	Тотджальская	Сульфатная		10-100	Гипс белый с прослойками ангидрита голубовато-серого			
					Покровная каменная соль		290-300	Каменная соль с прослойками калийных солей. В основании переслаивание ангидрита и глины			
				Кургантауская	Верхняя галитовая		225-250	Каменная соль с тонкими прослойками ангидрита			
					Шушактауская		200-250	Каменная соль с прослойками ангидрита и бороносных минералов			
					Нижняя галитовая		150-250	Каменная соль с тонкими прослойками ангидрита			
				Главный ангидритовый горизонт		30-60	Ангидрит с прослойками каменной соли				
				Кзылтауская	Верхняя галитовая		150-200	Каменная соль темно-серая с прослойками ангидрита и глины			
					Полигалит-сильвинитовая		200	Переслаивание калийных солей и ангидритов			
					Галопелитовая		200	Переслаивание коричнево-бурой алевритистой глины, серого ангидрита и глинистого алеврита			
				Сутпайская		Филипповский				более 300	Каменная соль прозрачная с прослойками полигалита, сильвинита, карналлита, реже ангидрита

Рис. 2. Стратиграфическая схема соленосных отложений Индерского купола

### Тектоническое строение Индерского соляного купола

Индерское поднятие представляет собой своеобразную куполообразную структуру размером 20×25 км. В плане соляное тело представляет собой неправильный треугольник с скругленными вершинами. Наиболее приподнятой частью купола является область, прилегающая к северному берегу озера, откуда идет постепенное погружение его поверхности на северо-западе и северо-востоке. Это подтверждается наличием здесь обнажений нижних горизонтов гипсов.

Контакт соляного ядра с покрывающими породами не всегда одинаков. Наряду с наличием тектонических контактов соляного ядра с покрывающими породами, особенно по юго-восточной, южной и юго-западной окраинам, встречаются и седиментационные контакты, в пределах которых сохранились средне-верхнепермские пестроцветные глинисто-песчаные породы.



**Рис. 3.** Цифровая модель рельефа над Индерским соляным куполом (SMRT) с нанесенными границами купных соляных складок и геологический разрезы (по материалам К. Тухватова, из Нижнепермская галогенная формация..., 1980).

Во внутренней структурно-тектонической картине соляного купола, изученной как бурением, так и подземными выработками, выделяются несколько крупных складок. Антиклинальные структуры имеют расплывчатые контуры с неясно выраженными крыльями, усложненными серией брахискладок и мелкой гофрировкой.

Разведочные работы, проводившиеся в 1960-1970 годах, установили наличие пластовых и линзообразных залежей карналлитовых пород, хорошо выдержанных по площади. Два потенциально продуктивных горизонта приурочены к кургантауской свите. Нижний продуктивный горизонт крайне изменчив как по площади, так и по разрезу. По простиранию также наблюдаются литологические переходы от кизерит-карналлитовых, к сильвинит-галитовым, сильвинит-лангбейнитовым, сильвинит-глазеритовым, а также каинит-галитовым и лангбейнит-галитовым породам. По его разрезу также отмечаются переходы от кизерит-карналлитовых пород к сильвинитам и сильвинит-полигалитовым породам. Каинит-галитовые и лангбейнит-галитовые породы сменяются сильвин-галитовыми, каинитовыми и глазеритовыми (Тухватов и др., 1973).

Верхняя часть купола перекрыта отложениями кепрока, сложенного бороносными гипсово-глинистыми породами. Соляное зеркало, судя по данным бурения, находится на глубине 5-70 м. Тектоническая структура кепрока тесно связана с соляным поднятием и с контурами соляного тела.

Отложения кепрока Индерского купола широко известны в литературе как уникальное скопление редких минералов бора осадочно-эллювиального происхождения. В советское время в районе было обнаружено и разведано несколько десятков крупных боропроявлений. На некоторых из них шла активная добыча боратов карьерным способом. По экспертным оценкам (Диаров, 2006) часть запасов месторождений полностью отработаны, но существуют объекты с разведанными запасами, способными обеспечить работу достаточно крупного предприятия на несколько десятилетий.

### **Заключение**

Геологическое строение Индерского соляного купола хорошо изучено в ходе горно-геологическими работ и эксплуатацией нескольких месторождений боратов. По ряду причин практически вся информация была засекречена и не публиковалась. Полувековой опыт изучения закономерностей развития борной минерализации и закономерностей строения кепрока Индерского соляного купола оказался утрачен. На данный момент все карьеры и горные выработки заброшены и восстановлению не подлежат.

Данные оценки запасов Индерского соляного купола указывают на перспективность добычи как бороносного сырья, так и калийных солей. В то же время отработанные объекты имеют колоссальную научную значимость и могут использоваться как объекты учебного, научного и просветительского направления.

С учетом уникальности природного ландшафта, минералогического и геологического значения и культурного потенциала территория Индерского соляного купола может быть использована для создания геопарка, что позволит не только сохранить уникальный природный объект, но и создаст условия для развития региона.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Диаров М.Д., Диарова Р.А., Сериков Ф.Т. Бороносность и калиеносность пород галогенной формации Прикаспийской впадины / КазНИГРИ. – Алматы: Эверо, 2006. – 183 с.: ил.
2. Индерские бораты: Сб. ст. / под ред. П.М. Татарина; ЦНИГРИ. – Л.; М.: Гл. ред. горно-топлив. и геол. развед. лит., 1938. – 244 с.: ил.
3. Ахмеденов К.М., Петрищев В.П., Головачев И.В., Бакиев А.Г., Горелов Р.А., Калмыкова О.Г., Майканов Н.С. Индерский солянокупольный ландшафт – заповедная жемчужина Западного Казахстана: монография. – Уральск: Зап.-Казахст. агр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2017. – 142 с.
4. Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия / [В.С. Деревягин и др.]. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1981. – 397 с.:ил.

5. Тухватов К.Т., Диаров М.Д., Догалов А. Закономерности размещения калийных солей одного месторождения Индерского купола // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1974. – № 7. – С. 156-160.
6. Akhmedzhanov T.K., Abd Elmaksoud A.S., Baiseit D.K., Igembaev I.B. Evaluation of salt-section and interpretation of wells in the Kashagan field, southern part of pre-Caspian depression, Kazakhstan // Indian Journal of Marine Science. – 2014. – V. 43. № 3. – P. 329-336.
7. Volozh Y., Talbot C., Ismail-Zadeh A. Salt structures and hydrocarbons in the Pricaspian basin // American Association of Petroleum Geologists Bulletin. – 2003. – V. 87, № 2. – P. 313-334.

УДК 550.43:622.363.2

DOI:10.7242/echo.2021.3.5

## ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА БИТУМОИДОВ НЕРАСТВОРИМОГО ОСТАТКА СОЛЕЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭВАПОРИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕКАМСКОГО БАССЕЙНА

Е.С. Хохрякова, Б.А. Бачурин  
Горный институт УрО РАН, г. Пермь

**Аннотация:** Исследован состав битумоидов нерастворимого остатка (НО) солей скважины № 704/1 Половодовского участка Верхнекамского месторождения. Проведено сопоставление полученных данных с геохимической информацией о составе битумоидов солей. На основе данных хромато-масс-спектрометрии установлены геохимические маркеры, позволяющие уточнить условия формирования галогенной формации ВКМС.

**Ключевые слова:** Верхнекамское месторождение солей, битумоиды солей и их нерастворимого остатка, геохимические маркеры, условия осадконакопления.

### Введение

Рассеянное органическое вещество (РОВ) галогенных формаций рассматривается большинством исследователей как геохимический индикатор, позволяющий получить дополнительную информацию об особенностях формирования и постседиментационных преобразованиях данных отложений [12]. Основным объектом исследований обычно являлся выделенный из пород способом «холодной» экстракции хлороформенный битумоид (ХБА), являющийся наиболее информативной частью РОВ и отражающий присутствие как сингенетичных, так и миграционных соединений.

Проведенные исследования ХБА галогенных формаций Верхнекамского месторождения (ВКМС) [3] показали, что в его составе доминируют сингенетичные соединения РОВ преимущественно морского генезиса, преобразование которого происходило в восстановительной обстановке эвапоритовых фаций. Вместе с тем, на отдельных участках выявлено воздействие на сингенетичное РОВ флюидных потоков из нижележащей части разреза, являвшихся носителями геохимически активных веществ с высоким энергетическим потенциалом [4]. Особенно значительно это проявляется в пределах зон нефтегазонакопления, где в составе ХБА солей зафиксировано присутствие соединений нафтидного типа [8]. Довольно часто присутствие аллохтонных соединений приводит к значительной геохимической неоднородности состава битумоидов соляных пород, что затрудняет идентификацию условий их накопления. Дополнительную информацию в этом случае может дать исследование битумоидов нерастворимого остатка (НО) солей, присутствие в котором миграционных соединений маловероятно.