

Р.Г. Ибламин

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

КОЛЛИЗИЯ И ЛИТОГЕННЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ПЕРМСКОГО УРАЛА

Рассмотрена связь геологических формаций и полезных ископаемых как естественная парагенетическая ассоциация и симбиоз коллизионных литогенных минерагенетических образований. Показана связь главных минеральных ресурсов Пермского края – солей и нефти с геодинамическими процессами Палеоурала.

Ключевые слова: литогенные полезные ископаемые, коллизия, соли, нефть.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2024.50

Литогенными мы называем природные объекты, возникшие в результате протекания процессов литогенеза [Ибламин, 2023].

Важнейшими тектоническими событиями, которые внесли существенный вклад в геологию и полезные ископаемые Пермского края, явились процессы коллизии, приведшие к закрытию Уральского палеоокеана. Территория претерпела как минимум три коллизионные эпохи: вендскую, каледонскую и герцинскую. Остановимся на последней.

Герцинская коллизионная мегазона Урала формировалась, начиная со второй половины ранней перми до начала юрской эпохи. Коллизия на территории края протекала различно. В Уральском тектоническом блоке, включающем западную часть Тагильского мегасинклинория с корой океанического типа, Центрально-Уральское поднятие с переходной корой, Западно-Уральскую зону складчатости и Предуральский прогиб оба с корой континентального типа, происходили собственно коллизионные процессы. Они включали образование складчатых и надвиговых структур, образование остаточных бассейнов с концентрацией рассолов и сероводородным заражением.

Восточно-Европейский блок территории с корой континентального типа и архейским фундаментом находился в периколлизионном режиме. Здесь имели место спокойные тектонические процессы и обстановки морских бассейнов. Коллизия обусловила регрессивную и эмерсивную обстановки седиментогнеза с преобладанием лагунных, прибрежно-морских и континентальных условий.

Экономику минерального сырья Пермского края определяют минеральные соли, связанные с образованием эвапоритовой формации, и нефть, концентрирующаяся преимущественно в терригенных и органогенных формациях. Открытие месторождений соли и нефти произошло в 20-х гг. XX в. под руководством профессора Пермского госуниверситета П.И. Преображенского.

Согласно концепции тектоники плит, основной причиной горообразования (орогении) является столкновение плит (коллизия). Это может быть коллизия в системе континент – островная дуга, либо в системе континент – континент [Ибламинов, 2015].

Коллизия в системе континент – дуга приводит к аккреции, т.е. к приращению территории континента за счет островных дуг с сохранением океана и его палеотектонических обстановок (рис. 1). Это явление происходит при завершении промежуточных по отношению к циклу Уилсона циклов Бертрана.



Рис. 1. Коллизия в системе континент – дуга в условиях крутой субдукции

Коллизия в системе континент – континент имеет место при завершении цикла Уилсона, как это происходило при закрытии Уральского палеоокеана в результате столкновения Восточно-Европейского и Казахстанского континентов, приведшего к образованию Уральской герцинской складчатой области (рис. 2)

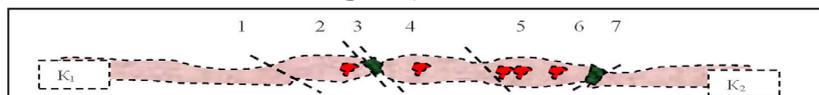


Рис. 2. Схема размещения синколлизийных обстановок: 1 – краевой прогиб; 2 – пассивная окраина континента K_1 , возможны интрузии коллизийных гранитов; 3 – сутурная зона с породами офиолитовой ассоциации (место стыка континентов K_1 и K_2); 4 – внешняя дуга активной окраины континента K_2 , возможны интрузии гранитов; 5 – магматическая дуга с породами субдукционной стадии (андезитами, диоритами, гранодиоритами, гранитами); 6 – сутурная зона (место стыка континента K_2 с островной дугой) с породами островодужной офиолитовой ассоциации; 7 – краевой прогиб. Пунктирными линиями показаны зоны разрывных нарушений

Остановимся на специфических полезных ископаемых, типичных для минерагенического облика Пермского региона. К ним относятся соли Верхнекамского месторождения и нефть Волго-Уральского бассейна.

Соли – хемогенные концентраты, осадки из истинных растворов и продукты их преобразования.

Спецификой седиментогенного формирования месторождений химических осадков, является существование подготовительной стадии накопления полезных компонентов в растворенном состоянии и интенсивное осадконакопление по способу «лавиной» седиментации. В.И. Копнин (1987) пришел к выводу об одноактности накопления солей из межкристалльных рассолов, формировавшихся в течение длительного времени существования солеродного бассейна. Одним из главных толчков к началу кристаллизации калийных солей, по его мнению, могли послужить тектонические движения в соседней складчатой области. По способу калийной седиментации солеродные бассейны были им подразделены на бассейны криофильного и термофильного осадконакопления. В бассейнах первого типа осадконакопление осуществлялось в осенне-зимний период в глубоководных условиях, а в бассейнах второго типа – в весенне-летний период в мелководных условиях. К месторождениям, сформировавшимся в криофильных условиях, В.И. Копнин относил Верхнекамское, детально описанное А.И. Кудряшовым (2001) и Эльзасское, а к месторождениям, сформировавшимся в термофильных условиях – Гаурдакское, Саскачеванское и Непское.

Таким образом, образование осадков связано с пересыщением растворов: 1) на испарительном барьере, 2) на низкотемпературном барьере.

Диagenетический ряд включает месторождения ископаемых залежей солей. Положение месторождений в разрезе осадочных толщ определяется тремя главными критериями: литологическим, тектоническим и стратиграфическим.

Литологический фактор обусловлен приуроченностью месторождений к эвапоритовой формации горных пород, состоящей из чередующихся карбонатных, сульфатных и галогенных толщ

Ископаемые эвапориты образуются в бассейнах, которые в свою очередь сами являются пространственной или временной частью более крупных осадочных бассейнов. Так, например, в Волго-Уральском бассейне, прошедшем длительную историю развития (рис. 3), в результате рифтогенеза накопились толщи осадков мощностью около 5 км, в условиях вендского синеклизного режима – до 1,1 км, в условиях периокеанического герцинского цикла – 1,5 км. Тогда как мощность эвапоритовой формации на платформе составляет всего 0,03 км.

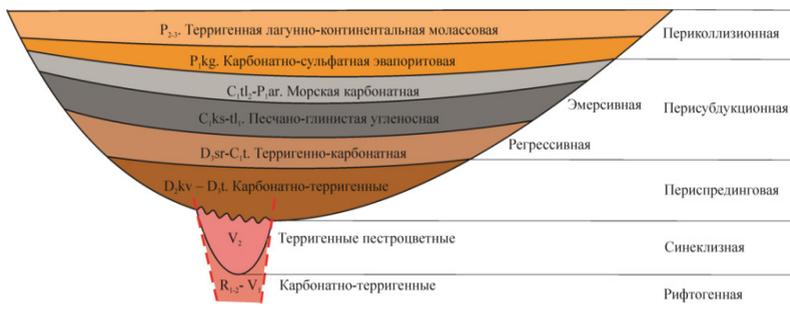


Рис. 3. Модель размещения формаций горных пород в осадочном бассейне (на примере Волго-Уральского бассейна)

Ю.В. Баталин, И.Н. Тихвинский и В.Г. Чайкин [1998] обобщили сведения о тектонических обстановках размещения эвапоритовых формаций и связанных с ними месторождениях солей с геодинамических позиций. Ими показано, что большинство формаций возникает в условиях

- коллизионных режимов в обстановках межгорных трогов и краевых прогибов (Предуральский бассейн с Верхнекамским месторождением, Предкарпатский бассейн, Калужское месторождение),
- субдукционных режимов в обстановке краевого моря,
- режимов активизации платформ в обстановке континентальных рифтов,
- плитных режимов древних платформ в обстановках интракратонных (Припятский прогиб Русской плиты) и перикратонных бассейнов.

Стратиграфический (палеоклиматический) критерий связан с существованием минерагенических эпох соленакопления, главными из которых являются кембрийская, девонская и пермская.

Герцинский цикл (ранний карбон – ранняя юра, C₁- I₁, 320 – 175 млн лет назад) отличается наибольшим количеством калиеносных бассейнов (табл. 1, рис. 4). Этому способствовали геодинамические процессы, обусловившие одновременное завершение двух геодинамических циклов: цикла Бертрана и мегацикла Уилсона, которые привели к образованию суперконтинента Пангея, значительная часть которого располагалась в аридной климатической зоне.

Остановимся на геодинамических условиях и причинах существования минерагенических эпох калиенакопления.

Таблица 1

Распределение калиеносных бассейнов по циклам Бертрана и геологическим периодам (использованы данные Э.А. Высоцкого и др., 1988)

Цикл	Период	Бассейн	Количество
Байкальский	Вендский, кембрийский	Соляной Кряж, Восточно-Сибирский	2
Каледонский	Силурийский	Мичиганский	1
	Девонский	Элк Пойнт-Саскачеванский, Морсовский, Припятско-Донецкий, Эдавейл, Тувинский	5
Герцинский	Каменноугольный	Юго-востока Канады, Скалистых гор	2
	Пермский	Припятско-Днепровский, Волго-Уральско-Предуральско-Прикаспийский, Среднеевропейский, Амазонский, Пермский	5
	Триасовый	Среднесредиземноморский	1
Киммерийский и Альпийский	Юрский	Южно-Евразийский	1
	Меловой	Южно-Атлантический, Индо-Синийский	2
	Палеогеновый, неогеновый	Средиземноморский	1
Современные бассейны	Четвертичный	Африкано-Аравийский, Цайдамский	2

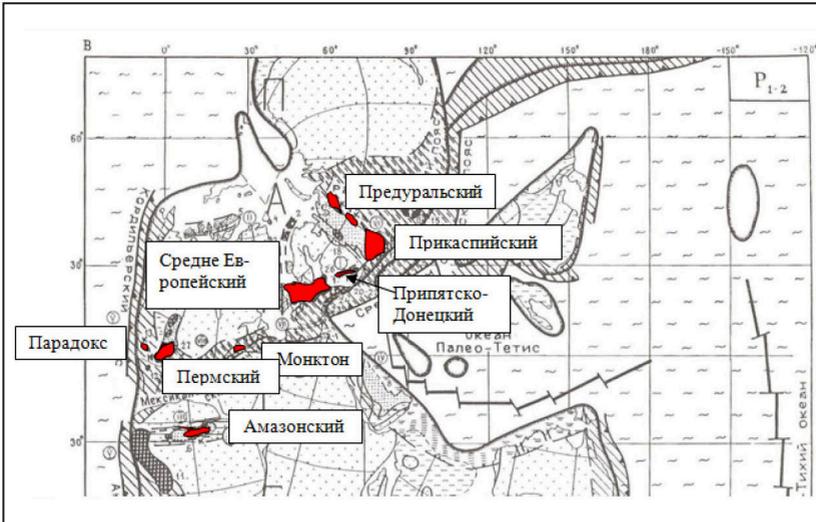


Рис. 4. Калиеносные бассейны герцинского цикла (показаны красным, картографическая основа Г.А. Беленицкой, 2000)

Таким образом, первым фактором, определяющим закономерности размещения эвапоритовых формаций, является глобальная геодинамика, приводящая в движение континенты и группирующая их в период формирования мега- и суперконтинентов в приэкваториальных областях. Второй фактор – региональная геодинамика – обеспечивает благоприятные палеотектонические обстановки зарождения, существования и закрытия соленосных бассейнов, обстановки внутриконтинентальных и межконтинентальных рифтов, синеклизные и др. Региональная геодинамика определяет не только тектонику бассейнов и постседиментационные изменения продуктивных пластов, но и первичный состав осадков.

Существуют два минеральных типа калийных бассейнов и месторождений: сульфатно-хлоридные и хлоридные. Большинство сульфатно-хлоридных бассейнов были достаточно простыми с одной главной ванной соленакопления, их формирование шло относительно быстрыми темпами, что характерно для рифтов (рис. 5). Всё это обусловило быструю «лавиновую» хемогенную седиментацию с выпадением из морской

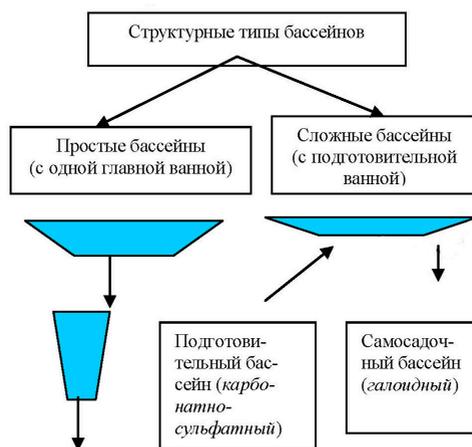


Рис. 5. Структурно-тектонические разновидности солеродных бассейнов [Ибламинов, 2013]

воды в нижних частях разреза наряду с сульфатом кальция сульфатов калия и магния. После выпадения сульфатов происходило накопление хлоридных солей.

Бассейны второго типа с хлоридными калийно-магниевыми солями присутствуют во всех тектонических циклах, но преобладают в каледонском и киммерийском. Все месторождения с хлоридным типом солей являются составными частями более крупных мелководных бассейнов.

Они имеют достаточно сложное строение, обусловленное присутствием нескольких суббассейнов.

Проанализируем развитие Восточно-Европейского (Волгоуральско-Предуральского) эвапоритового бассейна. Здесь в карбоне – ранней перми ($C_1t_2-P_1ar$) накапливалась морская карбонатная формация. При этом её терригенно-известняковая субформация ($C_1t_2-C_2$) в верхнем карбоне сменилась известняково-доломитовой (C_3-P_1ar) (табл. 2). Последнее свидетельствует, во-первых, о начале перехода платформы в периколлизионный режим, а во-вторых, о постепенном смещении Волго-Уральского бассейна в аридную зону. Затем в кунгурское время на платформенной части бассейна в условиях регрессивной периколлизионной обстановки образуется сульфатно-карбонатная субформация эвапоритовой формации (P_1k), а непосредственно в Предуральском прогибе во второй половине кунгурского века накапливается верхняя галогенная субформация эвапоритовой формации.

Таблица 2

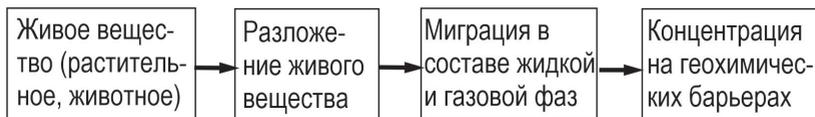
Осадочные формации и субформации Волгоуральско-Предуральского бассейна в периколлизионной обстановке

Возраст	Формация	Субформации условий		
		платформы	прогиба	орогена
P_1k	Эвапоритовая	Сульфатно-карбонатная	Галогенная	Терригенная
$C_1t_2-P_1ar$	Морская карбонатная	C_3-P_1ar . Известняково-доломитовая		
		$C_1t_2-C_2$. Терригенно-известняковая		

Наличие в позднем карбоне – ранней перми на обширной территории Волго-Урала синеклизного платформенного подготовительного бассейна обусловило изменение к концу кунгурского времени состава рапы в сторону уменьшения гидрокарбонатов кальция и магния, сульфатов кальция и увеличения концентрации хлоридов натрия, калия и магния. Попадание подготовленной таким образом рапы в конечные впадинные ванны обусловило специфику состава солей Предуральского суббассейна.

В условиях сложно построенных бассейнов, которые вначале развиваются как синеклизные, а затем переходят в глубоководные типа предгорных (или соединяются с ними), галогенез начинается в мелководных синеклизных бассейнах с накопления карбонатов и гипса. Наличие мелководного подготовительного бассейна и связанного с ним более позднего по времени образования суббассейна конечного стока обеспечивает в последнем преимущественно хлоридное соленакопление. Такие бассейны И.Н. Тихвинский (2000) предложил называть «тупиковыми».

Нефть образует *собственно биохимические месторождения*. Концентрация полезных ископаемых происходит по следующей схеме.



Диагенетический ряд включает ископаемые месторождения горючего газа, образующегося при температурах диагенеза 10–20°C и на глубинах менее 150 м. *Катагенетический ряд* образуют месторождения нефти и газа.

Наличие месторождений нефти и газа в осадочном чехле определяется двумя главными факторами: литологическим и тектоническим.

Литологический фактор выражается в присутствии формаций горных пород, благоприятных для нефтегазонакопления. Среди нефтегазовых минерагенических формаций целесообразно выделять нефтегазоносные, нефтегазогенерирующие и нефтегазосодержащие.

По литологическому составу формации могут быть терригенными и карбонатными. Терригенные нефтегазоматеринские формации характеризуются преобладанием в составе слагающих их горных пород тонкодисперсных глинистых минералов, содержание которых тесно связано с содержанием в них органического вещества. Из карбонатных формаций повышенное содержание органического вещества имеют хемогенные и фитогенные (водорослевые) известняки.

Влияние коллизии на формирование нефтяных месторождений можно оценить данными Ф. Соукинса [Sowkins, 1990]. Он обратил внимание на концепцию формирования полезных ископаемых в результате миграции подземных вод в направлении от края континента под действием коллизионных процессов. Согласно этой концепции, тектонически смещенные рассолы могли мигрировать на сотни километров от своего первоначального залегания, чем и объясняется зональное расположение месторождений, связанных с подземными водами. Ближе к складчатой области располагаются залежи горючих газов, которые на удалении от нее сменяются залежами нефти и далее – полиметаллов. Такая зональность известна на восточной окраине Северо-Американской платформы. Миграцией подземных вод объясняют образование расположенных там, в районе рек Миссисипи и Миссури, месторождений полиметаллических руд, залегающих в карбонатных породах.

Библиографический список

1. Баталин Ю.В., Тихвинский И.Н., Чайкин В.Г. Вещественно-геодинамическая систематизация и эволюция галогенных формаций // Отечественная геология. 1998. № 5. С. 17 – 21.
2. Беленицкая Г.А. Соленосные осадочные бассейны. Литолого-фациальный, геодинамический и минерагенический анализ // Осадочные бассейны России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. Вып. 4. 72 с.
3. Высоцкий Э.А., Гарецкий Р.Г., Кислик В.З. Калиеносные бассейны мира. Минск: Наука и техника, 1988. 387 с.
4. Ибламинов Р.Г. Минерагеодинамика калийного литогенеза // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: материалы VII Всеросс. Литологического совещания (Новосибирск, 28 – 31 октября 2013 г.). В 3 т. / Росс. акад. наук, Науч. совет по проблемам литологии и осадочных полезных ископаемых при ОНЗ; Сиб. отд-ние, Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. Новосибирск: ИГиТ СО РАН, 2013. Т. I. С. 354 – 358.
5. Ибламинов Р.Г. Минерагения (основы минерагеодинамики): учебное пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 322 с.
6. Ибламинов Р.Г. Литогенные месторождения полезных ископаемых // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей / отв. ред. И.И. Чайковский; Перм. гос. нац. исслед. ун-т; Горный ин-т УрО РАН. Пермь, 2023. Вып. 26. С. 94–107. 14 с.
7. Копнин В.И. Строение калиеносных ассоциаций и условия морского хлоридного калийнакопления // Осадочные формации и обстановки их образования. Новосибирск: Наука, 1987. С. 44 – 69.
8. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей. / Ги УрО РАН. Пермь, 2001. 429 с.
9. Тихвинский И.Н. Калийные соли //Фанерозойские осадочные бассейны России: проблемы эволюции и минерагении неметаллов / ЗАО «Геоинформмарк». М., 2000. С. 180–212.
10. Sowkins F. J. Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics. 2-d Revised. Springer-Verlag. Berlin, 1990. 461 p.

COLLISION AND LITHOGENIC MINERALS THE PERMIAN URALS

R.G. Iblaminov

riaminov@psu.ru

The relationship of geological formations and minerals as a natural paragenetic association and symbiosis of collisional lithogenic mineragenic formations is considered. The connection of the main mineral resources of the Perm Region – salts and oil - with the geodynamic processes of the Paleoural is shown.

Key words: lithogenic minerals, collision, salts, oil.