



МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОДЕГИДРАТАЦИОННЫХ БАССЕЙНОВ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Основа выделения бассейнов термодегидратационных вод – развитие в разрезе осадочного чехла относительно мощных существенно глинистых (монтмориллонитового ряда) толщ, погружённых на глубины с температурами катагенеза >80–120°C. В процессе перехода монтмориллонита в гидрослюды образуются большие объёмы химически агрессивных нагретых вод, способных извлекать металлы из вмещающих пород и в дальнейшем выполнять роль минерало- и рудообразующих гидротерм. В юго-восточной части Русской платформы установлены девять бассейнов потенциально металлоносных термодегидратационных вод. В их пределах возраст водоматеринских толщ изменяется от рифея до ранней перми. Время водоотделения относится к верхнему палеозою, мезозою и кайнозою. Отмечена тесная пространственная связь термодегидратационных бассейнов с месторождениями и проявлениями свинца, цинка, золота, магнетита, сидерита, барита, бурых железняков, флюорита, серы.

Ключевые слова: бассейны термодегидратационных вод, Русская платформа, месторождения свинца, цинка, золота.

В процессе гидрогенного рудообразования важная роль отводится воздействию на породы термодегидратационных вод, отнесённых по классификации Я.М.Кислякова и В.Н.Щёточкина [5] к классу эксфильтрационных вод. Термодегидратационные воды (ТД воды) формируются в пределах осадочных бассейнов (ТД бассейны), характеризующихся [8] наличием в разрезе относительно мощных (сотни и тысячи метров) глинистых толщ; существенно монтмориллонитовым составом глин, содержащих большие объёмы межслоевой кристаллизационной воды и способных отдавать её при изменении *PT*-условий; погружением глинистых толщ на значительные (>2,5 км) глубины с повышенными температурами (>100°C), определяющими переход монтмориллонита (и смешанослойных минералов типа слюда-монтмориллонит) в гидрослюду с выделением больших масс кристаллизационных вод (10–15% объёма осадочной толщи); наличием поровых и трещинных коллекторов, отводящих новообразованные воды к поверхности и на периферию осадочных бассейнов.

Термодегидратационные воды отличаются повышенной химической агрессивностью и способностью выщелачивать из пород цветные, благородные и другие металлы. Металлоносность вод может быть связана и со смешением их с рассолами, ранее обогащёнными металлами. В зоне генерации ТД вод возникают аномально высокие пластовые давления, приводящие к микроскладчатости, мелкофокусным землетрясениям, а также дополнительно энергетически обеспечивающие перемещение ТД вод на верхние уровни и на периферию материнских бассейнов.

Чекваидзе Виктор Борисович

доктор геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
chekvaidze@rambler.ru

Исакович Ирина Зигмундовна

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник

ФГБУ Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов,
г. Москва

По данным Б.А.Лебедева [8], существует ряд факторов, повышающих или уменьшающих температуру гидрослюдизации монтмориллонита и соответственно усиливающих или понижающих интенсивность выделения ТД вод. К первым относятся: малая скорость прогибания осадочных бассейнов; динамические проявления и складчатость; чередование в разрезе глинистых и песчаных пород (способствующих оттоку вод); повышенная калиевость водоматеринских толщ (например, за счёт обилия биотита), что облегчает процесс гидрослюдизации и замещения гидроксильных групп ионами калия и др. К факторам, снижающим интенсивность катагенеза и требующим более высоких температур при гидрослюдизации монтмориллонита, относятся: высокие скорости осадконакопления; наличие соляных толщ (экранирующих отток вод и уменьшающих нагрузку вышележащих пород за счёт малой плотности солей); существенно глинистый состав водоматеринских толщ (затрудняющий отток вод) и др. В итоге, по данным Б.А.Лебедева, диапазон температур, при которых начинается гидрослюдизация, расширяется от 40–60 до 120–160°C. Следовательно, не может быть единой универсальной шкалы катагенеза с фиксированными глубинами и соответствующими им температурами. И те и другие зависят от конкретной геологической обстановки в том или ином осадочном бассейне. Из диаграмм Б.А.Лебедева следует, что наиболее обычные температуры гидрослюдизации составляют 80–100°C.

Обращаясь к конкретным бассейнам ТД вод в юго-восточной части Русской платформы, необходимо отметить, что основа их выделения – наличие в разрезе осадочного чехла терригенных толщ мощностью не менее нескольких сотен метров при существенном содержании глинистых пород монтмориллонитового ряда, достигших на уровне мезокатагенеза температур не менее 80°C (таблица). Литологическая характеристика разрезов в пределах бассейнов заимствована из материалов государственной геологической съёмки м-ба 1:200 000, а также многочисленных тематических исследований литолого-стратиграфического направления [1–3, 9].

Палеогеотермические характеристики водоматеринских толщ почерпнуты из работ Е.С.Ларской [4, 6, 7], разработавшей новый метод определения палеотемператур. Последний основан на измерении плотностей палеотепловых потоков,

их изменения во времени, а также теплопроводности как самих водо- и нефтепродуцирующих толщ, так и перекрывающих их отложений.

На основе вышеприведённых данных (с учётом ряда экстраполяций) в юго-восточной части платформы авторами выделены девять бассейнов термодегидратационных вод (см. таблицу), которые по интенсивности потенциальной водоотдачи можно разделить на три группы. Первую группу, наиболее водообильную, представляют Башкирский, Доно-Медведицкий и Прикаспийский бассейны, характеризующиеся максимальными (>1,5 км) мощностями водогенерирующих толщ, существенно монтмориллонитовым составом глин и относительно высокими температурами в периоды максимального катагенеза. Подчеркнём, что в пределах Прикаспийского бассейна проблематичен объём водогенерации на уровне нижней терригенной толщи (D_{2-3}) в связи с дискуссионностью вопроса о её составе и мощности в центральных частях бассейна [10]. Во-вторую группу бассейнов входят Верхнекамский, Кировско-Казанский и Нижневолжский. Они отличаются умеренными мощностями водогенерирующих толщ (~1 км), смешанным монтмориллонит-каолиновым (иногда с гидрослюдой) составом глин при несколько пониженных температурах катагенетических преобразований. Третья, наименее водообильная группа, по названным характеристикам включает Шапово-Шиханский, Бузулукский и Камско-Кинельский прогибы.

Рассматривая время водогенерации, следует констатировать, что только в пределах Башкирского бассейна возраст материнских толщ и время водоотделения совпадают, что связано с большими мощностями рифейских осадков, вполне достаточными для создания на глубине условий высоких степеней катагенеза, а также с близостью теплоносителя – кристаллического фундамента. Тепловая история прочих бассейнов свидетельствует о значительном временном отрыве новообразованных ТД вод от их материнских толщ. В большинстве случаев водоотделение происходило в мезозое и кайнозое, хотя исходные толщи накапливались в интервале от венда до позднего палеозоя включительно. Это обстоятельство указывает на возможность реализации метасоматического рудообразования по всему разрезу чехла при одновременном участии металлоносных вод в гидротермально-осадочных и осадочных про-

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОДЕГИДРАТАЦИОННЫХ БАССЕЙНОВ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Номера ТД бассейнов	Названия ТД бассейнов	Возраст водоматеринских толщ	Литологический состав водоматеринских толщ	Мощность водоматеринских толщ, м	Содержание глин, %	Минеральный состав глин	Максимальная температура эпигенеза, °С	Время водоотделения
I	Башкирский	R ₁₋₂	Глинисто-сланцевые	2000–3000	80	Монтмориллонит	>120	R
II	Верхнекамский	V ₂	Алевролиты, глины, аргиллиты	700–900	50	Монтмориллонит, вверху гидрослюда, каолинит	115	T
III	Шкапово-Шиханский	V ₂	Аргиллиты, алевролиты, менее песчаники	~400	40	Монтмориллонит, вверху гидрослюда, хлорит, каолинит	110	T–J
IV	Доно-Медведицкий	D ₂₋₃	Глины, алевролиты, песчаники	1500–2000	50	Монтмориллонит Каолинит	150 130	N T–J
V	Бузулукский	D ₂₋₃	Глины, алевролиты, песчаники, известняки	~400	50	Монтмориллонит, каолинит	100	P ₂
VI	Кирово-Казанский	D ₂₋₃	Глины, аргиллиты, песчаники	~850	50	Монтмориллонит, каолинит	>120	MZ
VII	Камско-Кинельский	C ₁	Глины, аргиллиты, песчаники	~600	70	Монтмориллонит, каолинит, гидрослюда	80–90	MZ
VIII	Нижне-волжский	C ₂	Глины, алевролиты, известняки	~950	50	Монтмориллонит, вверху каолинит	80	N
IX	Прикаспийский	C–P ₁ (D ₂₋₃)	Глины, алевролиты, песчаники, известняки	>2000	50	Монтмориллонит	80–100	P ₁

цессах на дне мезозойских, а в ряде случаев и кайнозойских морских бассейнов. Следует отметить, что в истории ТД бассейнов максимумы водоотдачи могут повторяться.

Отвод новообразованных вод осуществляется поровыми и трещинными коллекторами по элизионному [12] или компрессионному [8] механизму. Фильтрация вод по пористым коллекторам характеризуется низкими скоростями течения [8], хотя именно вследствие этого обстоятельства может наиболее полно реализовываться механизм выщелачивания металлов из вмещающих пород. Рассматривая варианты перемещения вод, многие исследователи [11] отдают предпочтение трещинным и разломным коллекторам. Вероятно, в природе имеет место комбинация и тех и других

проводников вод, образующих сложные каркасные системы, сочетающие коллекторы различного типа и возраста.

Среди многообразных факторов отложения рудного вещества из минерализованных вод в условиях юго-восточной части Русской платформы доминирующими могут быть геохимические барьеры, которые формируются при перемешивании минерализованных дегидратационных вод с нефтяными. Осаждение руд происходит на углеродистых (породных), битумных, сульфидных и иных барьерах восстановительного типа, а также барьерах, возникающих при смешении вод и рассолов с разными pH-Eh характеристиками.

Описанные бассейны ТД вод обнаруживают пространственные (а иногда геохимические) свя-

зи с теми или иными проявлениями рудной минерализации. Так, в рифейском бассейне Башкирского выступа (I), по мнению некоторых исследователей [3], с деятельностью катагенных вод произошло формирование месторождений и рудопроявлений золота, свинца и цинка, магнетита, сидерита, бурых железняков и барита. В этом регионе прослеживается чёткая зависимость степени катагенеза пород и интенсивности оруденения в обрамлении водогенерирующих бассейнов.

Бассейны вендского возраста (II, III) обрамлены проявлениями флюорита и серы вдоль их восточной периферии. Девонские и каменноугольные бассейны (IV–VIII) заметно различаются ассоциативной специализацией. Так, Бузулукский бассейн (V) пространственно соответствует цинково-свинцовым геохимическим аномалиям и полям полиметаллической минерализации в девонско-пермских толщах Алметьевского блока района Языково (Западная Башкирия) и непосредственно внутри контура водоматеринского бассейна в пермских отложениях его разреза. Здесь же весьма характерна многократная повторяемость в разрезе зон перехода известняков в доломиты, а также многократность проявления сульфидных и сидерит-сульфидных скоплений в разновозрастных терригенных толщах. Все эти геохимические и минеральные проявления, с одной стороны, свидетельствуют об активном и длительном воздействии на породы и на процессы осадконакопления термальных минерализованных вод, а с другой, – указывают на возможность обнаружения в районе Алметьевск – Языково стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах позднего девона–карбона.

В обрамлении Кировско-Казанского бассейна (VI) весьма типичны золотоносные (с платиноидами) геохимические аномалии, выделенные специалистами опытно-методической экспедиции г. Александров (И.М.Милеева, 2000 г.) в составе меденосных осадков казанского и татарского ярусов P_2 . При этом в ряде случаев устанавливаются наложение самородного золота на меденосные сульфиды (Д.Г.Ажгирей и др., 1996 г.) и приуроченность аномалий к хорошо проницаемым песчаным фациям соответствующих формаций. Можно полагать, что геохимическими барьерами для осаждения золота и платиноидов служили сульфиды меденосных толщ. В целом, северная часть меденосной Вятско-Камской зоны, характеризую-

щаяся в обрамлении ТД бассейна явно повышенной золотоносностью, может считаться благоприятной на обнаружение промышленных золотых руд в контуре медных проявлений (и за его пределами, если в качестве осадителя золота признать и высокоуглеродистые осадки в пермском разрезе пород). На южной периферии Кировско-Казанского бассейна развиты также поля стронциеносных карбонатных пород пермского возраста, иногда повышенно золотоносных (А.П.Ясырев и др., 1975 г.).

Связи остальных бассейнов ТД вод с теми или иными типами оруденения остаются проблематичными из-за недостатка минералого-геохимических данных по разрезу слагающих их толщ и ближайшим обрамлениям.

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы.

Выделение бассейнов ТД вод основано на развитии в разрезе осадочного чехла относительно мощных существенно глинистых (монтмориллонитового ряда) толщ, погружённых на глубины с температурами катагенеза $>80-120^{\circ}\text{C}$. При переходе монтмориллонита в гидрослюды выделяются большие объёмы химически агрессивных нагретых вод, способных извлекать металлы из вмещающих пород и в дальнейшем выполнять роль минерало- и рудообразующих гидротерм.

В юго-восточной части Русской платформы выделены девять бассейнов потенциально металлоносных ТД вод. В их пределах возраст водоматеринских толщ изменяется от рифея до ранней перми. Время водоотделения заметно сдвинуто в сторону омоложения и за немногим исключением относится к верхнему палеозою, мезозою и кайнозою. Соответственно ТД воды могут участвовать как в процессах метасоматического минерало- и рудообразования, практически по всему разрезу чехла, так и в гидротермально-осадочных процессах (при выходе минерализованных термальных вод на дно морских бассейнов).

Обнаруживается тесная пространственная (а иногда и более тесная, возможно, генетическая – Башкирский выступ) связь ТД бассейнов с месторождениями и проявлениями свинца, цинка, золота, магнетита, сидерита, барита, бурых железняков, флюорита, серы. Намечены два района, перспективных на обнаружение промышленного оруденения: северная часть меденосной Вятско-Камской зоны (на золото и платиноиды в контуре

медных проявлений) и район Алметьевск – Языково (Восточный Татарстан – Западный Башкортостан) на стратиформное свинцово-цинковое оруденение в карбонатных породах позднего девона и карбона.

Ограниченность имеющихся материалов по минерации ряда ТД бассейнов требует постановки дополнительных специализированных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев М.М., Батанова Г.П., Хачатрян Р.О. Девонские отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М.: Недра, 1978.
2. Алиев М.М., Яриков Г.М., Хачатрян Р.О. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М.: Недра, 1975.
3. Анфимов Л.В. Литогенез в рифейских осадочных толщах Башкирского мегаантиклинория (Южный Урал). – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1997.
4. Геохимические особенности нефтегазоносности Прикаспийской впадины / Под ред. К.В.Фомкина // Тр. ВНИГНИ. 1985. Вып. 251.
5. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000.
6. Ларская Е.С., Калинин М.К. К методике выделения нефтегазоматеринских толщ // Тр. ВНИГНИ. 1976. Вып. 196. Геохимический сборник № 11. С. 112–119.
7. Ларская Е.С., Четверикова О.П. О фактах литогенеза, определяющих продуктивность нефте- и газоматеринских толщ // Тр. ВНИГНИ. 1974. Вып. 158. С. 132–149.
8. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. – Л.: Недра, 1992.
9. Наливкин В.Д., Якобсон К.Э. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. Русская платформа. – Л.: Недра, 1985.
10. Неволин Н.В. Тектоническая природа и нефтегазоносность Прикаспийской впадины // Советская геология. 1985. № 6. С. 86–95.
11. Парагенезис металлов и нефти в осадочных толщах нефтегазоносных бассейнов / Д.И.Горжевский, А.А.Карцев, Д.И.Павлов и др. – М.: Недра, 1990.
12. Холодов В.Н. Модель элизионной рудообразующей системы и некоторые проблемы гидротермально-осадочного рудогенеза. – М.: Наука, 1995.

MINERAGENIC FEATURES OF THERMODEGRADATION BASINS FROM THE SOUTH-EAST RUSSIAN PLATFORM

V.B.Chekvaizde, I.Z.Isakovich
(Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, Moscow)

The basis of thermodegradation water pools identification is development of relatively thick, substantially clay (montmorillonite) strata in the sedimentary section immersed to depths with temperatures of catagenesis above 80–120°C. Transition of montmorillonite to hydrology involves large volumes of chemically aggressive heated water that is capable of extracting metals from host rocks and, subsequently, acting as mineral- and ore-forming hydrothermal springs. In the southeastern part of the Russian platform, there are nine pools of potentially metalliferous thermodegradation waters. The age of parent water mass varies from Riphean to early Permian. Water separation timing covers Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic. A close spatial association of thermodegradation pools with lead, zinc, gold, magnesite, siderite, barite, hematite, fluorite and sulfur deposits and manifestations is noted.

Keywords: thermodegradation water pools, Russian platform, lead, zinc, gold deposits.