

О ЛИТОГЕННОЙ ПРИРОДЕ ЗОЛОТОНОСНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ДОКЕМБРИЙСКИХ ПСЕФИТАХ РОСТОВСКОГО ВЫСТУПА УКРАИНСКОГО ЩИТА

В статье показана возможная роль вмещающих пород в формировании золотоносной минерализации в верхнепротерозойских конгломератах и песчаниках верхней части синявской серии Ростовского выступа Украинского щита. Разделённые несогласием верхняя и нижняя части серии отличаются по типу щёлочности обломочных пород. Нижняя часть характеризуется калиевым типом щёлочности ($Na_2O/K_2O < 1$), верхняя – аномальным натриевым ($Na_2O/K_2O > 1$). Показано, что обогащение пород натрием произошло в результате эпигенетической альбитизации за счёт седиментогенных хлоридно-натриевых поровых вод. В условиях метаморфизма натрий фиксируется в новообразованном альбите, а хлор, не образуя собственной минеральной фазы, насыщает поровый раствор и, обладая избирательно высокой активностью по отношению к золоту, способствует его выщелачиванию и перераспределению в масштабе всей толщи, создавая тем самым предпосылки для образования рудных скоплений.

Ключевые слова: Ростовский выступ, золотоносная минерализация, докембрий, конгломерат, песчаник, геохимия натрия, эпигенетическая альбитизация.

Проблема происхождения золотого оруденения в терригенных толщах является одной из самых сложных в учении о рудных месторождениях. Геологические и изотопно-геохимические исследования последних лет показывают, что вмещающие породы выступают в качестве источника рудообразующих элементов и флюидов и играют значительную роль в процессе оруденения [1, 5, 8–10 и др.]. Поэтому для выявления природы этого процесса требуется анализ признаков геохимического взаимодействия руды и вмещающей породы как единой системы. Эффективность такого подхода продемонстрирована в работах [5, 11]. Нами проводились исследования в области разработки новых принципов прогнозирования рудоносности геологических комплексов Юга России [4, 6, 7]. В рамках этих исследований в настоящей работе на основе новых химико-аналитических данных показана возможность формирования золотоносной минерализации в верхнепротерозойских конгломератах и песчаниках Ростовского выступа Украинского щита в условиях катагенеза вмещающих пород. По данным картировочного бурения на интервале 500–1000 м в них обнаружены рудопроявления меди и золота [2]. Рудные проявления меди отнесены к генетическому типу медистых сланцев и песчаников [3]; происхождение золотоносной минерализации связывается с катагенезом и (или) метаморфизмом погружения [6]. На основе этих исследований в настоящей статье показаны особен-



Парада Сергей Григорьевич

доктор геолого-минералогических наук
главный научный сотрудник,
зав. лабораторией региональной геологии
parada@ssc-ras.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский
центр Южный научный центр РАН»,
г. Ростов-на-Дону



ности строения верхнепротерозойских толщ синявской серии, литологического и химического составов пород и проявлений золотоносной минерализации в связи с поведением натрия в терригенных толщах.

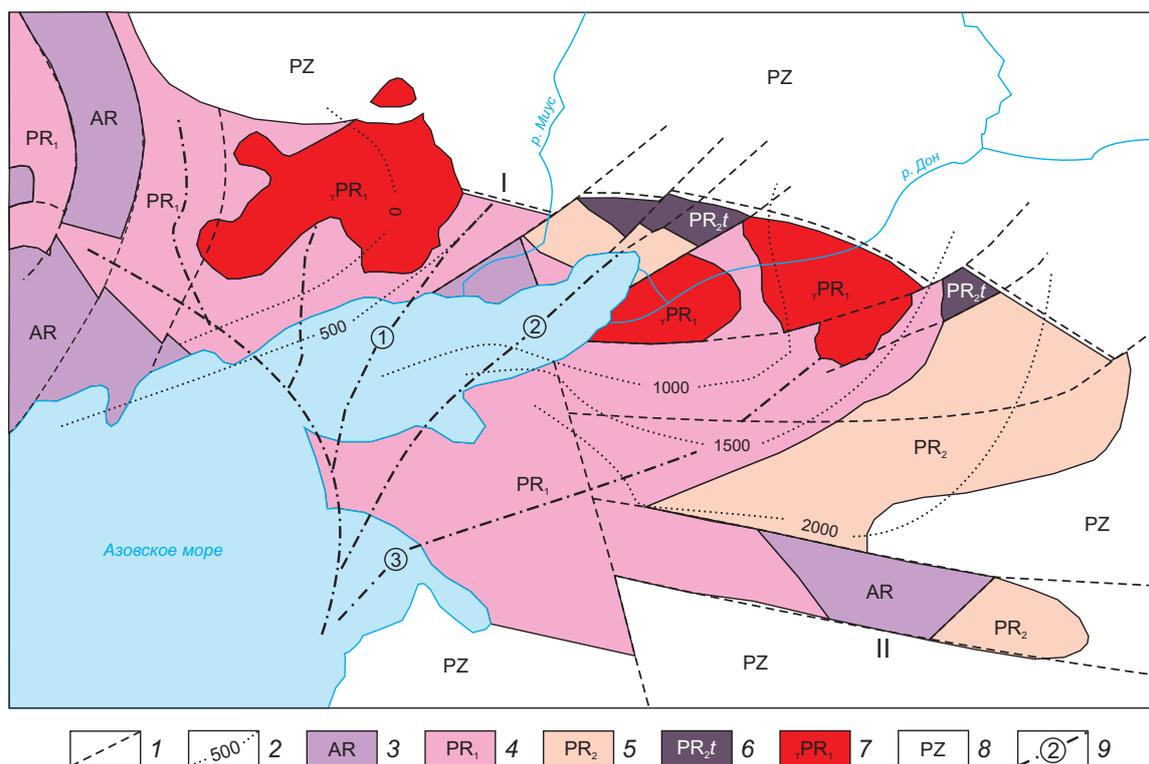
Синявская серия залегает на нижнепротерозойских породах с региональным несогласием и полностью сложена осадочными образованиями, прошедшими стадию катагенеза (рисунок). По литологическому составу и особенностям строения она разделяется на две части. В нижней части (общей мощностью ~ 2000 м) преобладают различные по составу песчаники с отдельными прослоями алевролитов, серицит-хлоритовых и филлитовидных сланцев, доломитов и эффузивных рассланцованных пород. Верхняя часть (мощностью не менее 600 м) почти целиком сложена конгломератами. Преобладание тех или других разновидностей пород и характер переслаивания позволяют выделить в составе нижней части синявской серии следующие свиты (снизу вверх): чалтырьскую, характеризующуюся наличием ритмично построенных пачек переслаивания от грубых до тонкозернистых песчаников, алевролитов, филлитовидных сланцев и доломитов; хавалышскую, отличающуюся преимущественно псаммитовым составом и наличием в верхней части прослоев вулканогенных пород; чадринскую, выделяющуюся по появлению в её основании и средней части разреза конгломератов и гравелитов. В верхней части хавалышской и чадринской свит имеются пласты доломитов повышенной мощности.

В синявской серии верхняя часть разреза почти целиком состоит из конгломератов с редкими прослоями песчаников и выделена как темерницкая свита. Она залегает с размывом на нижнепротерозойских породах и нижнесинявских отложениях. Наиболее широким распространением во всей синявской серии пользуются песчаники. Больше всего они развиты в хавалышской и чалтырьской свитах, реже отмечаются в чадринской. Для темерницкой свиты метапесчаники не характерны, отмечаются лишь их отдельные прослои. Гранулометрия и минералогия песчаников отличаются разнообразием – встречаются разности от полимиктовых до мономинеральных кварцевых и от грубозернистых до тонкозернистых. Постседиментационные изменения в песчаниках выражаются в развитии сланцеватости, перерождении цементирующего заполнителя в полевошпатово-кварцево-серици-

товый агрегат, образовании псевдофлюидальных и порфиروبластовых структур, а при малом количестве цементирующей массы возникают гранобластовые и гранолепидобластовые метаморфогенные структуры. Вторыми по распространённости породами синявской серии являются конгломераты. Конгломераты почти полностью слагают темерницкую свиту, мощность которой составляет 600 м. Нижняя половина синявской серии содержит лишь отдельные пласты конгломератов и гравелитов. Конгломераты средне- и мелкогалечные, часто содержат примесь гравия и небольших валунов. Цемент конгломератов относится к базальному или поровому типу. По составу пород обломочного материала конгломераты темерницкой свиты полипетрокластические. Чаще всего встречаются обломки более древних интрузивных и вулканических пород (45 %), в таком же количестве – обломки осадочных пород нижней части синявской серии (45 %).

Постседиментационные преобразования конгломератов темерницкой свиты характеризуются перекристаллизацией цементирующего материала в кварц-серицитово-альбитовую ткань, хлоритизацией и альбитизацией галек вулканических пород, хлоритизацией темноцветов и альбитизацией калиевых полевых шпатов в гальках и валунах интрузивных пород. Характер и интенсивность постседиментационных преобразований пород синявской серии сильно зависят от литологического состава исходных пород. Это не позволяет отнести постседиментационные преобразования к метаморфическим – их следует относить к катагенетическим.

По результатам бурения и химического анализа керн в синявской серии установлены интервалы с повышенными содержаниями золота, достигающими в отдельных пробах 2,5 г/т. Двенадцать таких интервалов приурочены к песчаникам и конгломератам темерницкой свиты, шесть интервалов – к песчаникам хавалышской свиты. Золотоносные интервалы в хавалышской свите связаны главным образом с вкрапленной сульфидной минерализацией, реже – с сульфидно-кварцевыми прожилками, локализованными в зонах дробления. В темерницкой свите наблюдается обратная ситуация – повышенная золотоносность связана с кварцевыми жилками и прожилками, которые развиты как в песчаниках, так и в конгломератах. При этом отдельные кварцевые прожилки пересекают од-



ПОЛОЖЕНИЕ ТЕМЕРНИЦКОЙ СВИТЫ ЗОЛОТОНОСНЫХ ПСЕФИТОВ НА ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОЙ СХЕМЕ РОСТОВСКОГО ВЫСТУПА УКРАИНСКОГО ЩИТА:

1 – разломы; 2 – изолинии глубины поверхности докембрийского фундамента; стратифицированные геологические комплексы: 3 – архейские, 4 – нижнепротерозойские, 5 – верхнепротерозойские (нижняя часть синявской серии), 6 – рудоносные конгломераты темерницкой свиты верхнего протерозоя (верхняя часть синявской серии); 7 – граниты Еланчикского и Нижнедонского массивов; 8 – палеозойское обрамление Украинского щита (PZ); 9 – оси главных синклиналей раннего протерозоя; синклинали (цифры в кружках): 1 – Латоновская, 2 – Синявская, 3 – Мечетинская; главные глубинные разломы (шовные зоны): I – Преддонецкий, II – Бейсугский

новременно валуны и гальки самых разных пород в составе конгломератов, а также цементирующий материал.

Форма частиц самородного золота разная. В сульфидах отмечаются комковидные частицы и октаэдрические кристаллы размером 0,02–0,2 мм, в прожилках кварца – чешуйки и пластинки. Цвет их жёлтый, блеск сильный металлический, проба 920–950 ‰.

Рудоносные песчаники обладают непостоянным химическим составом, который изменяется в соответствии с вариативностью фациальных условий осадконакопления, установленных в работе [2]. Однако это не сказывается на выявленных нами особенностях их химического состава, выражающихся в том, что в песчаниках нижней половины синявской серии (чадринская, хавалышская и чал-

тырская свиты) K_2O доминирует над Na_2O , как и положено для осадочных пород, а вот в песчаниках темерницкой свиты установлено обратное соотношение (таблица).

В конгломератах темерницкой свиты (в цементе, гальках и валунах) при разнообразии валового химического и минерального составов также отмечается существенное превышение Na_2O над K_2O . Показательным является и то, что песчаники нижней части синявской серии, характеризующиеся в коренном залегании превышением K_2O над Na_2O , в составе валунно-галечного материала конгломератов темерницкой свиты приобретают обратное соотношение этих оксидов с преобладанием Na_2O . Существенно высокие значения Na_2O при относительно невысоких K_2O отмечаются и в гальках разнообразных вулканических и интрузивных пород

**СОДЕРЖАНИЯ Na₂O И K₂O (%) И ОТНОШЕНИЕ Na₂O/K₂O
В ПОРОДАХ СИНЯВСКОЙ СЕРИИ**

№	Породы и свиты	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O/K ₂ O
1	Метапесчаники чалтырьской свиты	1,76	2,91	0,60
2		1,98	2,40	0,82
3	Метапесчаники хавалышской свиты	0,50	0,60	0,83
4		0,85	1,93	0,44
5	Метапесчаники чадринской свиты	2,84	3,80	0,75
6		1,83	2,94	0,62
7	Метапесчаники темерницкой свиты	4,56	1,50	3,04
8		5,76	0,65	8,86
9	Цемент конгломератов темерницкой свиты	2,26	1,20	1,88
10		5,90	0,23	25,65
Породы из галек конгломератов темерницкой свиты				
11	Метапесчаник	3,04	1,00	3,04
12		3,48	0,49	7,10
13	Липарит	4,00	0,74	5,40
14	Риодацит	4,77	0,29	16,45
15	Андезит	4,10	0,30	13,67
16	Трахиандезит	4,89	2,00	2,45
17	Базальт	3,48	0,10	34,80
18		3,06	0,38	8,05
19	Гранофир	4,80	0,14	34,29
20	Гранит-порфир	5,20	0,54	9,63
21	Плагиогранит-порфир	6,39	0,52	12,29
22	Плагиогранит	3,64	1,24	2,94
23	Диорит	3,60	3,00	1,20
24	Кварцевый диорит	5,92	1,48	4,00
25	Гранодиорит	6,06	0,49	12,37

из конгломератов. Таким образом, изложенные данные позволяют сделать два вывода, имеющих существенное значение для генетических и прогнозно-металлогенетических построений.

1. Синявская серия разделяется по вертикали не столько по литологическому составу, сколько по соотношению щелочных оксидов слагающих её псефитов. Нижняя половина синявской серии (чадринская, хавалышская и чалтырьская свиты) отличается преобладанием оксида калия над оксидом натрия ($Na_2O/K_2O < 1$), верхняя половина (темерницкая свита), наоборот, характеризуется преобладанием оксида натрия над оксидом калия ($Na_2O/K_2O > 1$).

2. Высокая натриевость псефитов темерницкой свиты является приобретённой за счёт эпигенетической альбитизации в условиях катагенеза пород.

Первый вывод даёт возможность прогнозирования минерального типа продуктивной на золото минерализации в псефитах синявской серии. Так, в соответствии с результатами выполненных нами геохимических исследований золотоносных метасадочных пород Приамурья и некоторых других регионов в толщах с калиевым типом щёлочности локализуются золотоносные сульфидно-вкрапленные руды, с натриевым – золотоносные кварцевые жилы и жильно-прожилковые зоны [5].

Второй вывод позволяет, определив причины альбитизации пород, установить источник рудоносных растворов. В соответствии с обоснованной ранее концепцией [5] обогащение осадочных пород натрием происходило в условиях катагенеза и (или) начального метаморфизма за счёт хлористого натрия осадков морских вод, захороненных в порых. Если же осадки испытывали поднятие выше уровня моря ещё до того, как они подверглись катагенезу или метаморфизму погружения, то натрий, содержащийся в порых, выщелачивался. При последующем региональном метаморфизме такие породы сохраняли нормальный для осадочных пород калиевый тип щёлочности.

Таким образом, причины различной щёлочности метаморфизованных псефитов верхней и нижней частей синявской серии объясняются изложенной концепцией, что подтверждается приведёнными выше химико-аналитическими данными. Получается, что золотоносные гидротермальные растворы могли формироваться в условиях эпигенетической альбитизации пород за счёт обогащённых NaCl седиментогенных поровых вод. Главной металлогенетической особенностью этого геохимического процесса является разделение геохимии хлора и натрия. При термодинамических параметрах катагенеза и (или) начального метаморфизма погружения натрий фиксируется в образующемся при этом альбите, а хлор не находит и не образует собственной минеральной фазы. Он насыщает поровый раствор и, обладая высокой растворяющей способностью по отношению к золоту, способствует его выщелачиванию, миграции и перераспределению в масштабе всей толщи, создавая тем самым предпосылки для образования скоплений золотоносных минерализаций.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ЮНЦ РАН номер госрегистрации проекта АААА-А19-119011190181-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бортников Н. С. Состав и происхождение флюидов в гидротермальной системе Нежданинского золоторудного месторождения (Саха-Якутия, Россия) / Н. С. Бортников, Г. Н. Гамянин, О. В. Викентьева [и др.] // Геология рудных месторождений. – 2007. – Т. 49, № 2. – С. 99–145.
2. Зайцев А. В. Рудоносность метаморфических комплексов восточного склона Украинского щита / А. В. Зайцев, В. В. Закруткин, Е. А. Кулиш // Геологический журнал. – 1989. – № 5. – С. 88–96.
3. Закруткин В. В. О промышленно-генетическом типе рудопроявлений меди и золота в синявской серии Ростовского выступа Украинского щита: материалы II Международной научной конференции «Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа» / В. В. Закруткин, С. Г. Парада. – Новочеркасск, 1999. – Т. 1. – С. 149–151.
4. Матишов Г. Г. Выбор рудоперспективных площадей по результатам дистанционной флюидоиндексации как фактор рационального недропользования в условиях горных территорий / Г. Г. Матишов, Д. Б. Давыденко, С. Г. Парада // Устойчивое развитие горных территорий. – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 57–62.
5. Парада С. Г. О литогенной природе некоторых золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах / С. Г. Парада // Литология и полезные ископаемые. – 2002. – № 3. – С. 275–288.
6. Парада С. Г. Опыт применения дистанционной флюидоиндексации для поиска руд благородных металлов и их спутников на Юге России / С. Г. Парада, Г. В. Зеленщиков, Д. Б. Давыденко // Руды и металлы. – 2011. – № 3–4. – С. 134–135.
7. Парада С. Г. Перспективные типы месторождений и рудопроявлений золота Юга России / С. Г. Парада // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – № 1. – С. 57–72.
8. Сафонов Ю. Г. Актуальные вопросы теории образования золоторудных месторождений / Ю. Г. Сафонов // Геология рудных месторождений. – 2010. – Т. 52, № 6. – С. 487–511.
9. Хардигов А. Э. Литолого-фациальные условия золотоносности верхнепермских отложений Аян-Юрхского антиклинория Яно-Колымской складчатой области / А. Э. Хардигов, С. Г. Парада, И. А. Холодная // Руды и металлы. – 2009. – № 3. – С. 22–28.
10. Холодов В. Н. Рудогенерирующие процессы элизионных и инфильтрационных систем / В. Н. Холодов, Е. М. Шмариович // Геология рудных месторождений. – 1992. – № 1. – С. 3–22.
11. Чекваидзе В. Б. Комплексная петрографо-минералогическая методика поисков золоторудных месторождений / В. Б. Чекваидзе, С. А. Миляев, И. З. Исакович. – М.: Бородино-Е, 2004. – 132 с.

LITHOGENIC NATURE OF GOLD-BEARING MINERALIZATION IN PRE-CAMBRIAN PSEPHITES OF THE ROSTOV LEDGE, UKRAINIAN SHIELD

S. G. Parada

(Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don)

The paper reviews the nature of gold mineralization in the upper Proterozoic conglomerates and sandstones of the upper part of the Sinyavsky series within the Rostov projection, Ukrainian shield. Uncomfortable upper and lower parts differ in the alkalinity type of clastic rocks. The lower part is characterized by potassium alkalinity type ($Na_2O/K_2O < 1$), the upper part displays abnormal sodium type ($Na_2O/K_2O > 1$). It is shown that rocks enrichment in sodium occurred as a result of epigenetic albitization due to sedimentogene sodium chloride of pore waters. Under metamorphism conditions, sodium is fixed in the newly formed albite while chlorine, without forming its own mineral phase, saturates the pore solution and, with its selectively high activity in respect to gold, contributes to its leaching and redistribution within the entire thickness, thereby creating prerequisites for ore cluster formation.

Key words: Rostov ledge, gold mineralization, Pre-Cambrian, conglomerates, sandstones, potassium geochemistry, epigenetic albitization.