



## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕТОДОМ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ДЕКРЕПИТАЦИИ

*Методом термовакuumной декрепитации изучены как единая система кварцево-жильные руды и вмещающие терригенные породы Емельяновского золоторудного месторождения (Северное Верхоянье). Данные по температурным интервалам интенсивности газовыделения (флюидоносности) в кварце коррелируются с содержаниями золота в рудах и позволяют наметить вертикальную зональность оруденения. Установлено, что рудовмещающие пласты песчаника отличаются от «безрудных» характером их декрепитационной активности. В рудовмещающих песчаниках флюидоносность определённых температурных интервалов газовыделения закономерно изменяется при приближении к контактам рудных тел. Полученные результаты могут быть использованы в качестве научно-методической основы разработки новых методов поисков и оценки золотоносных кварцевых жил в песчано-сланцевых толщах.*

*Ключевые слова: термобарогеохимия, декрепитация, температура, флюидоносность, кварц, руда, золото, вмещающая порода, песчаник.*

Золотоносные кварцевые жилы месторождений Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО), например Дуэт, Юр, Кулар, избирательно локализируются в пластах песчаников, залегающих среди толщ алевропелитовых пород. Причём, располагаясь субсогласно слоистости, они часто в деталях повторяют складчатую структуру вмещающих пластов [2, 4, 7, 9 и др.], что свидетельствует о доскладчатом их образовании. Контакты жил с вмещающими породами обычно нечёткие; переход к центральной части жил, сложенной массивным молочно-белым кварцем, представлен зоной серого метасоматического кварца. Последний замещает слоистые породы и вследствие этого приобретает полосчатую текстуру. Часто жилы содержат угловатые включения вмещающих пород размером до 10 см и более, которые могут представлять так называемые «горизонты включения», образующиеся в результате внедрения в поры песчаных пород элизионно-катагенетических (эксфильтрационных) вод из зон разуплотнения и возникновения аномально высоких пластовых давлений [11]. Минеральный состав рудных тел типичен для месторождений малосульфидной формации кварцево-жильного типа. Детальными минералого-геохимическими исследованиями показано, что золоторудные месторождения малосульфидной золото-кварцевой формации ВКСО, вопреки устоявшимся представлениям, сформированы одноактно в одну стадию минерализации [1]. Эти и другие противоречия в основном устраняются элизионно-катагенетической (эксфильтрационной) гипотезой формирования кварцевых жил и жильно-

### Парада Сергей Григорьевич

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

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

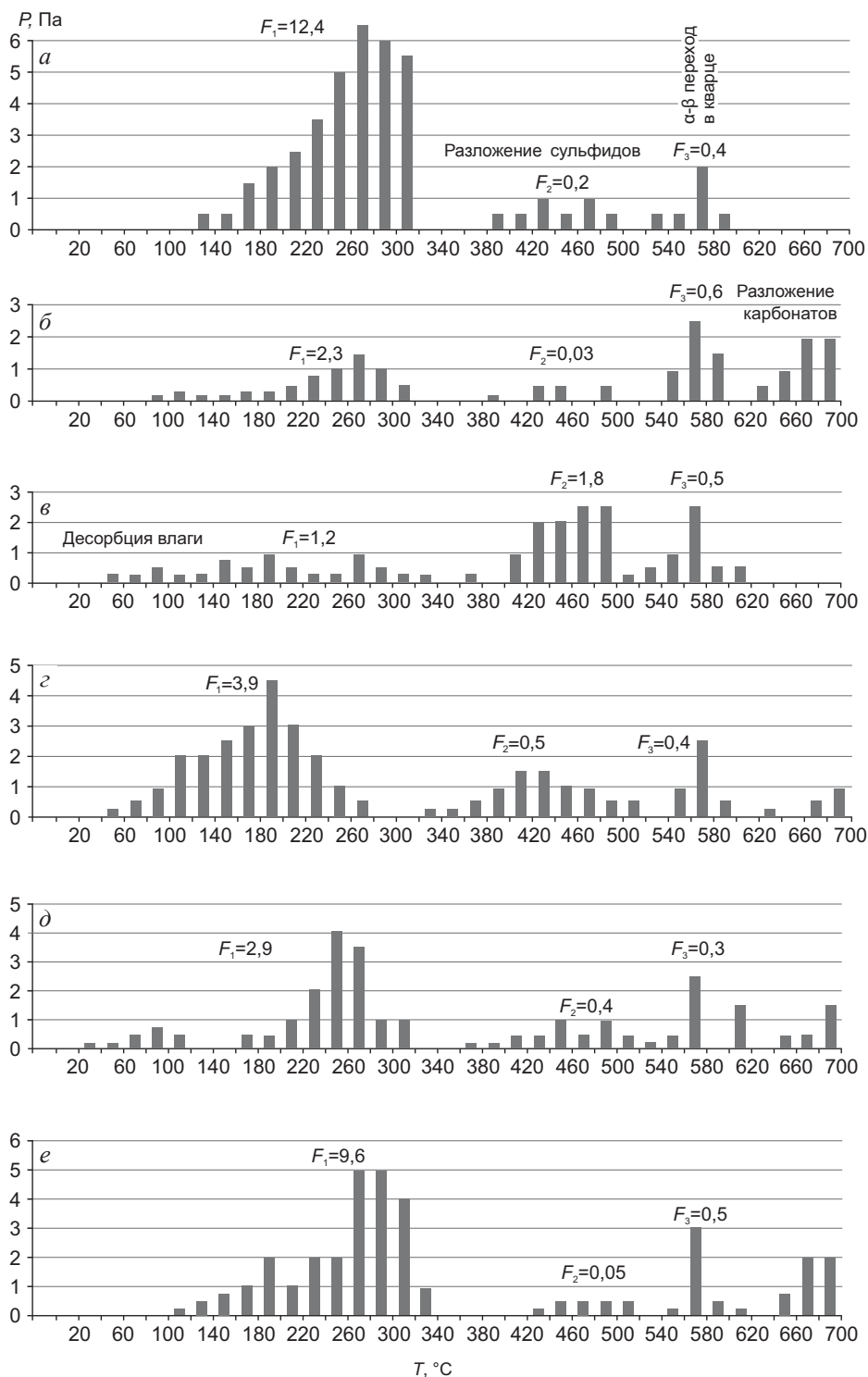
прожилковых зон в песчано-сланцевых толщах, когда алевроитовые и глинистые осадки в условиях катагенеза выступают в качестве генератора золотоносных кремнекислых растворов, а пласты песков служат местом разгрузки [5, 6, 10]. Широкому признанию данной гипотезы препятствует её слабая, по сравнению с магматогенно-гидротермальной, практическая поисковая направленность. Требуется разработка на её основе более эффективных методов поисков и оценки золоторудных тел в песчано-сланцевых толщах. Такие разработки должны базироваться на анализе признаков геохимического взаимодействия руды и вмещающей породы как единой системы. Эффективность подобного подхода обоснована и продемонстрирована в работе [12]. В числе методов исследования такой системы могут быть методы, учитывающие термобарогеохимические характеристики руд и вмещающих пород.

*Методика и объект изучения.* Жильные кварцы золоторудных месторождений в терригенных толщах содержат мало флюидных включений чрезвычайно небольших размеров. В некоторых препаратах из кварцево-жильных рудных тел малосульфидной формации флюидные включения не обнаруживаются оптическими методами. Поэтому термобарогеохимические исследования таких объектов целесообразно осуществлять методом термовакуумной декрепитации. Теоретическое и практическое обоснование метода, а также области применения, аппаратное обеспечение и технологии производства анализов вещества горных пород и руд изложены в работе [8]. Проведённое ранее исследование золото-кварцевых жил и рудовмещающих песчано-сланцевых толщ этим методом позволило установить, что минерализация в золоторудных месторождениях Аллах-Юньской золотоносной полосы ВКСО практически синхронизирована с температурными условиями преобразования рудовмещающих формаций [3]. Это даёт возможность использовать термовакуумно-декрепитометрический анализ для прогноза и поисков оруденения. Поскольку основным условием работы вакуумного декрепитометра является достижение динамического равновесия в системе «откачка–натекание», имеется возможность рассчитать по декрепитограмме относительный объём газовой (флюидной) фазы для любой температурной системы флюидных включений. Эту величину предложено называть показателем флюидоносно-

сти ( $F$ ) [8]. Если установлено, что рудообразование связано с характерными интервалами температуры и давления, которым соответствуют определённые системы включений в минерале, то отношение показателя  $F_T$  конкретной системы включений к суммарному значению  $F$  всех систем флюидных включений даст коэффициент, показывающий относительную флюидонасыщенность рудного процесса ( $K_f = F_{руд} / F$ ). Таким образом, значения  $K_f$  и  $F$  могут быть использованы для выявления масштабов взаимодействия флюидов с вмещающими породами [8] и оценки перспектив того или иного пласта в слоистой толще. Для выделения качественных и количественных критериев оценки нами проведены вакуумно-декрепитометрические исследования руд и вмещающих пород Емельяновского золоторудного месторождения кварцево-жильного типа, локализованного в терригенных толщах северной части Верхояно-Колымской складчатой области.

Месторождение приурочено к Улахан-Сисской куполовидной антиклинали, сложенной песчано-сланцевой толщей пермского возраста. Породы содержат рассеянное органическое вещество, порфиробласты железо-магниевого карбонатов и вкрапленность сульфидов. Изучены два рудных тела, выделенных ранее по данным геологоразведочных работ. Они расположены одно над другим на расстоянии от 2 до 10 м по вертикали. Оба локализируются в относительно маломощных пластах песчаника и залегают субсогласно с породами слоистой толщи. Верхнее рудное тело представлено протяжённой кварцевой жилой мощностью от 2 до 7 м, сложенной крупнокристаллическим кварцем с неравномерно рассеянной вкрапленностью, прожилками и гнездовыми скоплениями сульфидов, содержание которых в целом по жиле не превышает 2%. Нижнее рудное тело – это субсогласная зона сближенных сульфидно-кварцевых и сульфидно-кварц-карбонатных жил и прожилков, сложенных карбонатами, кварцем и сульфидами. Содержание последних варьирует от 2 до 25%.

*Результаты исследования руд.* В процессе декрепитометрических исследований руд Емельяновского месторождения составлены пять групп эталонных декрепитограмм, соответствующих различным стадиям рудной минерализации верхнего и нижнего рудных тел. Первая группа (рис. 1, а, б) получена по результатам анализа образцов кварца, отобранных из участков месторождения, пред-



**Рис. 1. ТИПОВЫЕ ДЕКРЕПИТОГРАММЫ РУД ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ:**

а – кварц из пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации верхнего рудного тела; б – то же, нижнего рудного тела; в – кварц-карбонат-сульфидные гнёзда в кварцевых жилах; г – кварц из галенит-сфалерит-кварцевой ассоциации; д – кварц из участков жил с совмещёнными пирит-арсенопиритовой и галенит-сфалеритовой ассоциациями нижнего рудного тела; е – то же, верхнего рудного тела;  $F_1, F_2, F_3$  – флюидонасыщенность соответствующих температурных групп включений

ставленных пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциацией минералов. В ней выделяются 3–4 температурных интервала газовой выделения. Типоморфным является интервал 120–360°C с модой 290°C. Показатель его флюидоносности довольно высокий, достигает 33,82 усл. ед. Он включает выделенные ранее Н.А.Горячевым максимумы температур декрепитации кварца месторождений золото-кварцевой малосульфидной формации Яно-Колымского пояса ВКСО [2]. Второй интервал (400–500°C) выражен слабее и не во всех пробах (преимущественно в пробах с арсенопиритом). Третий интервал газовой выделения (540–600°C) с модой 570°C связан с  $\alpha$ - $\beta$ -трансформацией кварца. Показатель флюидоносности незначителен (0,27–0,67 усл. ед.). Четвёртый интервал (620–740°C) проявлен в отдельных образцах и обусловлен разложением карбонатных минералов. Отмечаются закономерные различия декрепитограмм кварца из верхнего (см. рис. 1, а) и нижнего (см. рис. 1, б) рудных тел. В кварце из верхнего рудного тела основное газовойделение начинается и заканчивается при более высоких температурах (140–360°C), чем в кварце из нижнего (100–320°C). Различается и флюидонасыщенность кварца, которая в верхнем рудном теле колеблется от 3,1 до 16,0, достигая иногда 33,8 усл. ед., а в нижнем не превышает 3 усл. ед.

Вторая группа декрепитограмм (см. рис. 1, в) получена в ходе изучения образцов кварц-карбонат-сульфидных гнездовых выделений, развитых в нижнем и верхнем рудных телах. Характерная их особенность – очень вялая декрепитационная активность в интервале температур от 20 до 400°C. Весьма слабое газовойделение начинается с 60–80°C и продолжается без ярко выраженных максимумов до 400°C. Интенсивность газовойделения резко возрастает с 400 до 520°C, что вызвано разложением сульфидов, преимущественно пирротина и халькопирита. В пробах, где сульфиды отсутствуют, в этом интервале газовойделение очень слабое. Высокотемпературный интервал интенсивного газовойделения начинается с 540–620°C и связан с термическим разложением карбонатов. Широкие вариации температуры начала газовойделения в этом интервале обусловлены вариациями в составе карбонатов.

Третья группа декрепитограмм (см. рис. 1, г) получена при исследовании образцов кварца, отобранных из участков месторождения, представленных галенит-сфалеритовой ассоциацией минера-

лов в чистом виде. На декрепитограммах отмечаются от трёх до четырёх интервалов газовойделения. Первый интервал 60–280°C с максимумами газовойделения при 190–210°C несколько смещён в низкотемпературную область по сравнению с низкотемпературным интервалом газовойделения первой группы декрепитограмм. Показатель флюидоносности изменяется от 0,96 до 4,82 усл. ед. Второй интервал 330–520°C с максимумами газовойделения при 400–470°C обусловлен присутствием кварца первой генерации. Показатель флюидоносности колеблется от 0,03 до 1,04 усл. ед. Третий интервал газовойделения 520–600°C связан с  $\alpha$ - $\beta$ -трансформацией кварца. Его флюидоносность 0,12–0,36 усл. ед. Четвёртый интервал 580–680°C и более связан с разложением карбонатных минералов. В отдельных образцах он сливается с третьим интервалом, а иногда вообще отсутствует.

Четвёртая группа декрепитограмм (см. рис. 1, д) получена при исследовании образцов кварца, взятых из участков нижнего рудного тела с смещёнными пирит-арсенопирит-кварцевой и сфалерит-галенитовой ассоциациями. На декрепитограммах наблюдаются два основных интервала газовойделения и два-три дополнительных, менее выраженных. Низкотемпературный интервал (50–120°C) связан с заключительными стадиями минералообразования. Второй интервал (180–320°C) с максимумом при 260–270°C является типоморфным для продуктивной ассоциации, но с некоторым смещением в низкотемпературную область. Показатель флюидоносности 2,88–3 усл. ед. соответствует таковому в образцах руд галенит-сфалеритовой ассоциации. Следующий интервал газовойделения (380–520°C), типоморфный для пирит-арсенопиритовой ассоциации, на декрепитограммах четвёртой группы проявляется слабо. Интервал 500–680°C и более представляет собой слияние интервалов, обусловленных  $\alpha$ - $\beta$ -трансформацией кварца и разложением карбонатов.

На декрепитограммах пятой группы (см. рис. 1, е) в пробах кварца, отобранных из участков верхнего рудного тела с смещёнными пирит-арсенопирит-кварцевой и сфалерит-галенитовой ассоциациями, выделяются три-четыре интервала газовойделения. Наиболее характерный интервал 120–340°C. В нём отмечаются два максимума газовойделения: при 190–200 и 270–310°C. Он является отражением галенит-сфалеритовой ассоциации. Показатель флюидоносности в интервале для раз-

ных образцов варьирует от 3,56 до 12,66 усл. ед. Второй интервал газовой выделения (420–540°C) отражает существенное влияние кварц-пирит-арсенопиритовой ассоциации. Показатель флюидоносности 0,44–0,58 усл. ед. Третий интервал (560–600°C) связан с  $\alpha$ - $\beta$ -трансформацией кварца. На одних декрепитограммах он проявляется слабо, на других сливается со вторым и четвёртым интервалами. Последний – результат разложения карбонатов.

Таким образом, по декрепитограммам четвёртой и пятой групп, характеризующих однотипные минеральные ассоциации нижнего и верхнего рудных тел, подтверждается отмеченная выше закономерность увеличения температур начала и конца интервалов газовой выделения и их флюидонасыщенности от нижнего к верхнему рудным телам.

Для выявления связи золотоносности с показателем флюидоносности руд произведена выборка проб с различными содержаниями золота. По дубликатам этих проб сделаны термовакуумные декрепитограммы, на основании которых рассчитаны показатели флюидоносности в низко-среднетемпературном (20–400°C) и высокотемпературном (400–520°C) интервалах газовой выделения, суммарная флюидоносность. В результате выделены две группы проб (таблица).

Первая группа проб с общей флюидоносностью от 119,6 до 236,1 усл. ед., которая обусловлена в основном существенно повышенной флюидонасыщенностью высокотемпературного (400–520°C) интервала газовой выделения. Флюидоносность низко-среднетемпературного интервала в группе крайне незначительная (0,4–3,3 усл. ед.). Содержание Au варьирует от 1,9 до 51,5 г/т. Вторая группа проб характеризуется небольшой общей флюидоносностью (1,1–33,8 усл. ед.), обусловленной флюидонасыщенностью низко-среднетемпературного интервала газовой выделения. В высокотемпературном интервале (400–520°C) газовой выделения практически отсутствует. Содержание Au в пробах <1,6 г/т.

Рассчитанные коэффициенты флюидоносности низко-среднетемпературных интервалов газовой выделения позволяют более чётко разделить эти две группы проб. В первой группе  $K_f$  составляет 0,2–1,4%, во второй – 90–100%. Из таблицы видно, что наибольшей золотоносностью (1,9–51,5 г/т) обладают руды, отнесённые по показателю  $F$  к первой группе. Пробы, отнесённые по этому показателю ко второй группе, характеризуются относительно низкими содержаниями Au (<1,6 г/т). Не исключе-

### СОПОСТАВЛЕНИЕ ФЛЮИДОНОСНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ГАЗОВОЙ ВЫДЕЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА В ЖИЛЬНОМ КВАРЦЕ ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

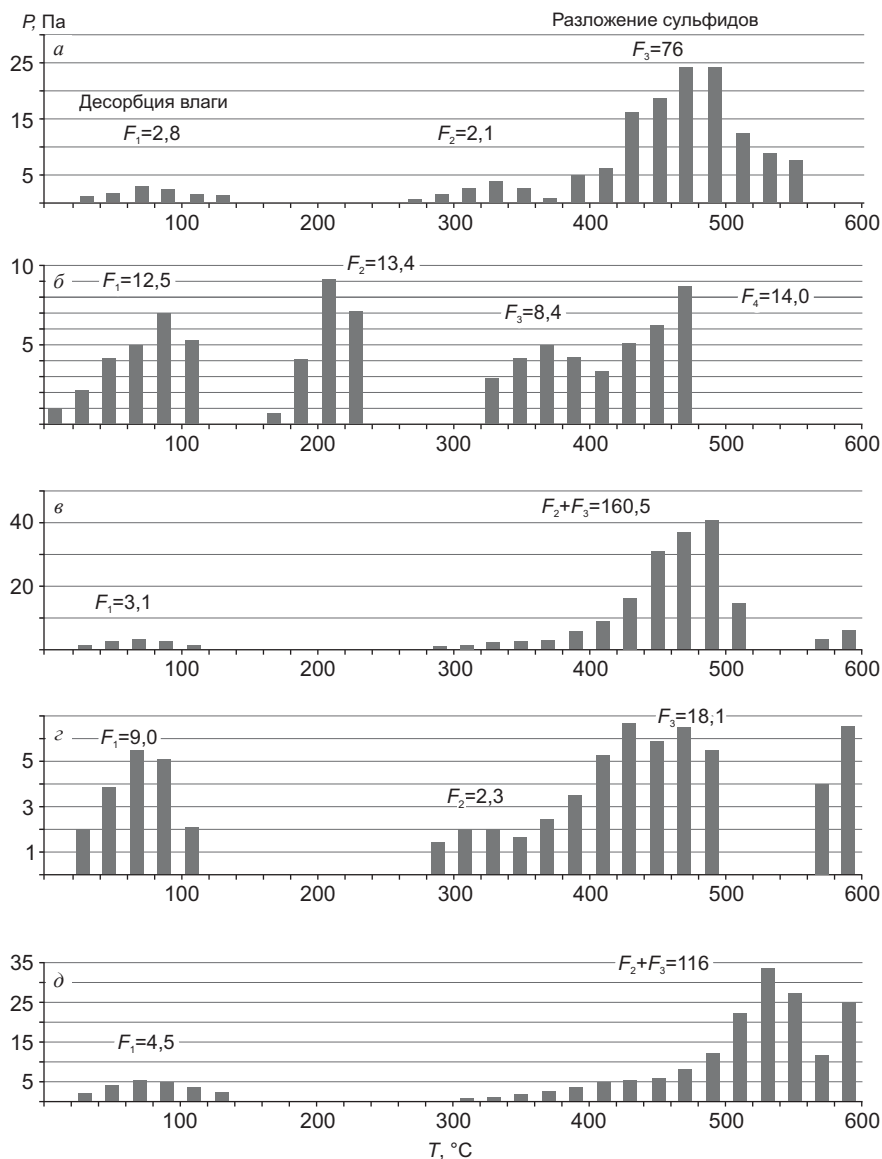
№№ п/п	$F_{20-400}$	$F_{400-520}$	$F_{\text{общ.}}$	$K_f$ , %	Au, г/т
1	0,8	98,4	99,2	0,8	51,5
2	0,8	118,0	119,6	0,7	21,6
3	3,3	232,8	236,1	1,4	6,8
4	1,5	188,0	189,6	0,8	3,0
5	0,4	191,9	192,3	0,2	1,9
6	2,9	0	2,9	100,0	1,6
7	1,0	0,1	1,1	90,0	1,3
8	33,8	0	33,8	100,0	0,4
9	3,6	0,1	3,7	97,0	0,1
10	4,8	0	4,8	100,0	0,1

но, что при большем объёме выборки может быть установлена более чёткая корреляционная зависимость между показателями флюидоносности и золотоносностью руд и выведено соответствующее уравнение регрессии.

Таким образом, пробам с повышенным содержанием золота свойственны высокая флюидоносность в высокотемпературном интервале газовой выделения (400–520°C) и незначительное газовой выделения в интервале температур 20–400°C.

*Результаты исследования вмещающих пород.* В целях выявления термобарогеохимических критериев прогноза и поисков золотого оруденения в песчано-сланцевых толщах изучены рудовмещающие породы в пределах Емельяновского месторождения и аналогичные породы на его юго-восточном фланге. Пробы для вакуумно-декрепитометрического анализа пород, не содержащих золотое оруденение, отбирались из скв. 21. Этой скважиной вскрыта толща филлитовидных углеродистых сланцев с двумя пластами рассланцованных, серицитизированных и альбитизированных песчаников. Нижний пласт песчаников мощностью около 12 м является продолжением пласта, в котором на площади Емельяновского рудного поля локализованы золоторудные тела. Верхний пласт песчаников также простирается в пределы данного рудного поля, но оруденения не содержит.

Филлитовидные сланцы имеют тёмно-серый до чёрного цвет, обусловленный существенной при-



**Рис. 2. ТИПОВЫЕ ДЕКРЕПИТОГРАММЫ ПОРОД ЕМЕЛЬЯНОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ:**

*a* – филлитовидный сланец; песчаники: *б* – из верхнего «безрудного» пласта, *в* – из нижнего рудовмещающего пласта за пределами месторождения (скв. 21), *г* – из рудовмещающего пласта (4 м от контакта с рудным телом), *д* – из рудовмещающего пласта (0,1 м от контакта с рудным телом)

месью рассеянного органического вещества. Типоморфной особенностью их является присутствие относительно крупных (1–2 мм) порфириобласт карбонатов железо-магниевого ряда (бурых шпатов). Сланцы содержат редкую неравномерно рассеянную тонкую вкрапленность и прожилки пирита. Песчаники также тёмно-серого до чёрного цвета за счёт примеси рассеянного органического вещества. Содержат вкрапленность и редкие прожилки

пирита. Песчаники нижнего и верхнего пластов визуально не различаются.

В результате вакуумно-декрепитометрических исследований пород из скв. 21 выделились три группы декрепитограмм (рис. 2).

Первая группа декрепитограмм получена по филлитовидным сланцам (см. рис. 2, *a*). На всех гипсометрических уровнях декрепитограммы сланцев сходны между собой. На них чётко фиксируют-

ся четыре температурных интервала газовой выделение. В первом, низкотемпературном, интервале газовой выделение начинается при 40–20°C, достигает максимума при 70–110°C и заканчивается при 120–180°C. Показатель флюидоносности от 1,7 до 13,8 усл. ед. Во втором, среднетемпературном, интервале газовой выделение начинается при 280–300°C, достигает максимума при 310–350°C и при 380–400 °C сливается с началом газовой выделение третьего, высокотемпературного, интервала. Показатель флюидоносности этого интервала невысокий – от 0,2 до 2,1 усл. ед. Третий, высокотемпературный, интервал газовой выделение начинается при 380–400°C и заканчивается при 500–600°C, обычно 540–580°C. Максимум газовой выделение отмечается при 470–520°C. Флюидоносность этого интервала самая высокая – от 30,7 до 173,2 усл. ед. и, как правило, составляет 60–80 усл. ед. Четвёртый интервал газовой выделение начинается после 600°C и связан с разложением материала проб, прежде всего карбонатов и органического вещества.

Вторая группа декрепитограмм получена по образцам песчаника, отобранном из верхнего «безрудного» пласта (см. рис. 2, б). Здесь выделяются пять интервалов газовой выделение. Как и на декрепитограммах филлитовидных сланцев, обособливаются низкотемпературный (20–160°C), средне- и высокотемпературный интервалы, а также фиксируется газовой выделение при температуре >600°C, связанное с разложением материала пробы. Кроме того, появляется ещё один низкотемпературный интервал газовой выделение, который начинается при 180–200°C и заканчивается при 260°C. Показатель флюидоносности данного интервала колеблется от 6,9 до 13,4 усл. ед. Флюидоносность самого низкотемпературного интервала составляет 11,3–12,5 усл. ед.

Средне- и высокотемпературные интервалы в песчаниках имеют принципиально иную динамику газовой выделение, чем в филлитовидных сланцах. Во-первых, начало и конец среднетемпературного интервала на 40°C смещены в высокотемпературную область. Во-вторых, он характеризуется более высокой флюидоносностью по сравнению с аналогичным интервалом в филлитовидных сланцах, а высокотемпературный интервал имеет гораздо более низкую флюидоносность, соизмеримую со среднетемпературным интервалом газовой выделение. В целом декрепитограммы песчаников верхнего пласта отличаются полимодальностью и близостью

флюидоносности различных температурных интервалов газовой выделение.

Третья группа декрепитограмм получена по образцам песчаников, отобранных из нижнего рудовмещающего пласта (см. рис. 2, в). Динамика газовой выделение в них резко отличается от декрепитограмм песчаников из верхнего пласта и более сопоставима с газовой выделением филлитовидных сланцев. На декрепитограммах песчаников нижнего пласта наблюдаются три интервала газовой выделение, при этом средне- и высокотемпературные интервалы сливаются без какого-либо заметного перерыва. Газовой выделение в этом объединённом средне-высокотемпературном интервале начинается при температуре 280–320°C, заканчивается при 500–560°C. Флюидоносность довольно высокая, в основном за счёт высокотемпературной составляющей (от 64 до 180 усл. ед., в отдельных пробах 360–400 усл. ед.). Низкотемпературный интервал (от 20–40 до 140–180°C) проявлен довольно чётко, но флюидоносность его в среднем значительно ниже, чем в песчаниках верхнего пласта, и составляет 1,2–9,9 усл. ед. Третий интервал газовой выделение начинается при 530–600°C и связан, как и в других породах, с термическим разложением материала проб.

Для определения степени влияния оруденения на декрепитоактивность вмещающих пород на площади Емельяновского рудного поля были отобраны образцы песчаников на расстоянии от первых сантиметров до первых метров от рудных тел (см. рис. 2, г, д).

Характер декрепитограмм по образцам рудовмещающих пород, отобранным в пределах месторождения, несколько отличается от таковых по образцам песчаников из того же рудовмещающего пласта, взятым из скв. 21, расположенной за пределами месторождения. В образцах песчаников, отобранных в нескольких метрах от контактов рудных тел, установлены четыре интервала газовой выделение (см. рис. 2, з). Низкотемпературный интервал, типоморфный для всех изученных пород, отличается средней степенью флюидоносности (3,0–9,0 усл. ед.). Максимальное газовой выделение происходит при 90°C. Среднетемпературный интервал (от 280–300 до 380°C), в отличие от аналогичного интервала в песчаниках из скв. 21, имеет чёткий максимум газовой выделение при 340–350°C. Показатель флюидоносности его 0,8–3,0 усл. ед. Высокотемпературный интервал газовой выделение начинается при 380°C, ко-

гда газовыделение в среднетемпературном интервале ещё продолжается, и заканчивается при 520–540°C. Флюидоносность этого интервала 7,0–20,0 усл. ед., т. е. значительно ниже, чем подобного интервала в песчаниках за пределами рудного поля.

Образцы песчаников, отобранные в непосредственной близости, на расстоянии первых сантиметров от рудных тел, отличаются от вышеописанных по характеру декрепитометрической активности (см. рис. 2, д). Низкотемпературный интервал газовыделения в них несколько растянут до 200°C, а флюидоносность уменьшается. Среднетемпературный интервал газовыделения начинается при более высоких температурах (320–360°C) и сразу сливается с высокотемпературным интервалом. Газовыделение заканчивается здесь при более высоких температурах (560–600°C); также в более высокотемпературную область смещается максимум газовыделения (530–550°C).

Таким образом, при приближении к рудным телам отмечаются заметное уменьшение в рудовмещающих песчаниках флюидоносности низкотемпературного интервала газовыделения, резкое ослабление газовыделения в среднетемпературном интервале и усиление газовыделения в высокотемпературной области.

В заключение сделаем следующие выводы.

1. Вертикальная зональность оруденения проявляется в показателях температур начала и окончания газовыделения в кварце, которые в верхнем рудном теле на 20–40°C выше, чем в нижнем. Соответствующим образом смещены и модальные значения. Одновременно увеличивается флюидоносность кварца верхнего рудного тела относительно кварца нижнего тела.

2. Повышенные содержания золота в кварцево-жильных рудах коррелируются с повышенной флюидоносностью высокотемпературного интервала газовыделения (400–520°C) в продуктивном кварце с одновременно незначительным газовыделением в интервале температур 20–400°C. При этом намечается тенденция к увеличению содержания золота в рудах с уменьшением флюидоносности низкотемпературного интервала газовыделения.

3. Критерием оценки потенциальной рудоносности пластов песчаника служит характер их декрепитоактивности. Песчаникам «безрудных» пластов свойственна полимодальность газовыделения, в то время как в рудовмещающих песчаниках газо-

выделение имеет бимодальный характер. Для «безрудных» песчаников характерно газовыделение в интервале 180–260°C. В рудовмещающих песчаниках газовыделение в этом интервале практически отсутствует. Флюидоносность низкотемпературного интервала газовыделения в «безрудных» песчаниках значительно выше, чем в аналогичном интервале рудовмещающих пород.

4. Критерий близости рудных тел – флюидоносность соответствующих интервалов газовыделения рудовмещающих песчаников. В пределах рудного поля она закономерно изменяется при приближении к контактам рудных тел. Непосредственно на контакте с золотоносными кварцевыми жилами флюидоносность низкотемпературного интервала газовыделения (40–160°C) заметно уменьшается, в среднетемпературном (160–400°C) газовыделение вообще исчезает. Одновременно увеличивается флюидоносность высокотемпературного (400–560°C) интервала газовыделения.

5. Полученные результаты могут быть использованы в качестве научно-методической основы разработки новых методов оценки флангов и глубоких горизонтов известных золоторудных месторождений малосульфидной формации кварцево-жильного типа и обоснования новых перспективных площадей для постановки поисковых работ.

*Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ЮНЦ РАН на 2019 г., номер госрегистрации проекта АААА-А19-119011190181-1.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гамянин Г.Н.* Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. – М.: ГЕОС, 2001.
2. *Горячев Н.А.* Жильный кварц золоторудных месторождений Яно-Колымского пояса. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1992.
3. *Кокин А.В., Сухоруков В.И., Шишигин П.Р.* Региональная геохимия (Южное Верхоянье). – Ростов-на-Дону: ООО Ростиздат, 1999.
4. *Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г.* Стратифицированное золото-кварцевое оруденение углеродисто-терригенных толщ Южного Верхоянья. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991.
5. *Парада С.Г.* Генетические модели предрудных золотоносных минерализаций в черносланцевых комп-



- лексах Северного Кавказа // Вестн. Южного научного центра РАН. 2015. Т. 11. № 2. С. 53–62.
6. Парада С.Г. О литогенной природе некоторых золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // Литология и полезные ископаемые. 2002. № 3. С. 275–288.
  7. Силичев М.К., Белозерцева Н.В. Время и условия формирования согласных золотокварцевых жил Южного Верхоянья // Тихоокеанская геология. 1985. № 4. С. 52–57.
  8. Труфанов В.Н., Грановский А.Г., Грановская Н.В. Прикладная термобарогеохимия. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1992.
  9. Фридовский В.Ю. Структуры раннеколлизонных золоторудных месторождений Верхоянского складчатого-надвигового пояса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 26–36.
  10. Хардииков А.Э., Парада С.Г., Холодная И.А. Литолого-фациальные условия золотоносности верхнепермских отложений Аян-Юряхского антиклинория Яно-Колымской складчатой области // Руды и металлы. 2009. № 3. С. 22–28.
  11. Холодов В.Н., Шмариович Е.М. Рудогенерирующие процессы элизионных и инфильтрационных систем // Геология рудных месторождений. 1992. № 1. С. 3–22.
  12. Чекваидзе В.Б., Миляев С.А., Исакович И.З. Комплексная петрографо-минералого-геохимическая методика поисков золоторудных месторождений. – М.: «Бородино-Е», 2014.

## EXPERIENCE OF GOLD-BEARING QUARTZ VEIN AND HOST ROCK STUDY BY THERMOVACUUM DECREPITATION

**S.G.Parada**  
(FSBIS Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don)

*Thermovacuum decrepitation method was used to study quartz vein ores and terrigenous host rocks of Emel'yanovskoye gold deposit (North Verkhoyansk region) as a single system. Data on temperature ranges of gas emission (fluid content) intensity in quartz are correlated with gold ore grades and allow to outline vertical mineralization zoning. It was found that ore-hosting sandstone strata differ from «barren» ones by the nature of their decrepitation activity. In ore-hosting sandstones, fluid content of certain gas emission temperature ranges regularly changes as it approaches orebody contacts. The results can be used as a scientific and methodical basis for developing new methods of sandstone/shale-hosted gold-bearing quartz vein prospecting and estimation.*

*Keywords: thermobarogeochemistry, decrepitation, temperature, fluid content, quartz, ore, gold, host rock, sandstone.*

## ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

Журнал «Руды и металлы» приглашает к сотрудничеству представителей геологических, горно-геологических, горнодобывающих организаций и предприятий, отраслевых научно-исследовательских, академических и образовательных институтов

По вопросам размещения рекламы или издания целевого номера, посвящённого вашему предприятию, организации, её продукции и услугам обращаться по телефону 8 (495) 315-28-47 или электронной почте [rudandmet@tsnigri.ru](mailto:rudandmet@tsnigri.ru)

Реклама по заказам отраслевых организаций и высших учебных заведений выполняется по льготным расценкам