

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУД ГОШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ МИНЕРАЛОТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.С.Гусейнов, А.К.Аббасов

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

Ключевые слова: *декрипитация, гомогенизация, газовой-жидкие*

Выяснения генетического типа месторождения во многом зависит от установления последовательности минералообразования, главным образом, устанавливаемого посредством изучения взаимоотношений главных рудных и жильных минералов под рудным микроскопом. Вспомогательным методом в установлении последовательности формирования минералов может служить определение температуры образования минералов. Для этих целей в последнее время широко используется метод декрипитации [5]. Этот метод позволяет со значительной достоверностью выявить генерацию минералов с установлением последовательности образования минеральных ассоциаций. Метод декрипитации также имеет большое значение для суждения о возрастных соотношениях минералов, находящихся совместно. Известно [1, 5, 7], что включения в минералах эндогенных месторождений различного типа и магматических пород, особое внимание уделяют их химическому составу, фазовому состоянию, размерам вакуолей, интенсивности взрывов, тесно связанных с эволюцией гидротермальных растворов и последовательности минералообразования.

По мнению В.Б.Наумова [7], интенсивность взрывов связана с размерами отдельных зерен исследуемого образца. Так как, количество взрывов до определенной фракции измельчения (0,35-0,05 мм) увеличивается. Часто вакуоли диаметра 0,01 мм при значительном нагреве не взрываются.

Известно, что одним из важных критериев определения генезиса минеральных видов является температура гомогенизации и декрипитации газовой-жидких включений.

В настоящей работе объектом исследования выбрано Гошинское месторождение.

Целью работы, положенной в основу статьи, явилось изучение физико-химических условий формирования Гошинского месторождения по

данным минералометрических исследований.

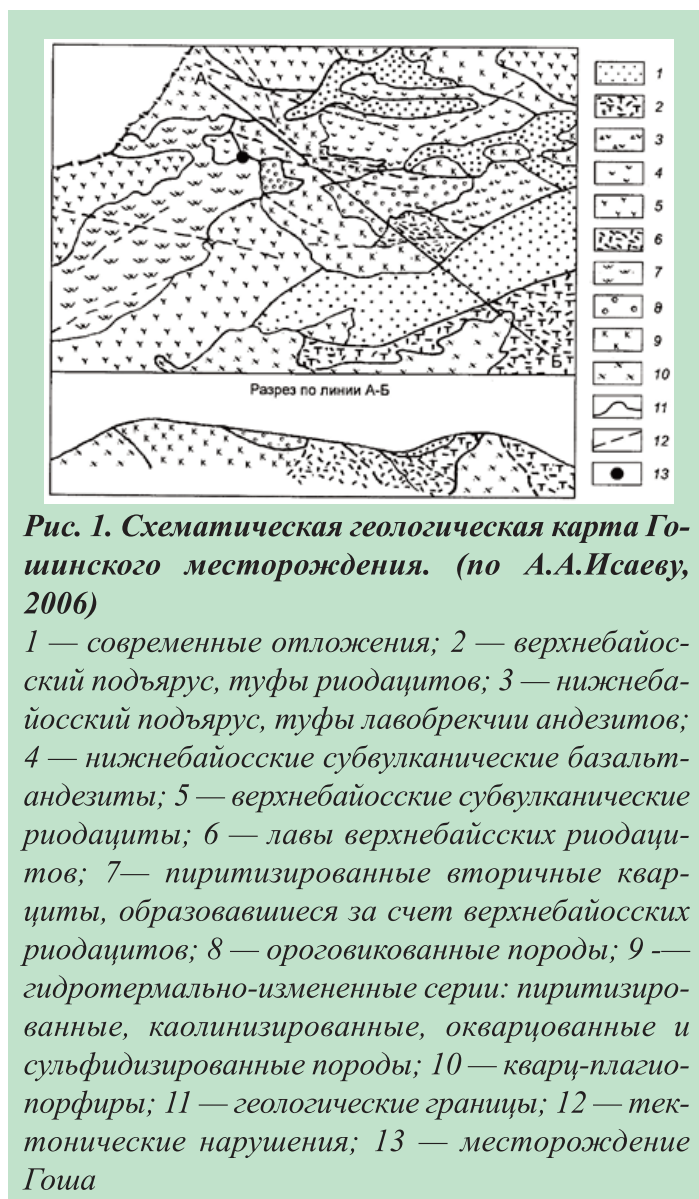
В основу работы положены материалы, собранные и отобранные авторами при проведении научно-исследовательской работы на территории данного месторождения.

Месторождение расположено в пределах Шамкирского антиклинория Лок-Гарабахской металлогенической зоны Малого Кавказа. В его геологическом строении участвует комплекс вулканогенно-осадочных пород средней юры (*рис. 1*).

В тектоническом отношении месторождение приурочено к Гоша-Имкрыланской антиклинали второго порядка, занимающей западную часть Ахмедабад-Гошинской антиклинали к зоне сопряжения одноименного глубинного разлома с системами разрывов субмеридионального и субширотного направлений. Все разрывные нарушения представлены зонами брекчирования и трещиноватости, сопровождающимися пиритизацией, каолинизацией.

Главным рудообразующим минералом является пирит. В подчиненных количествах - халькопирит, сфалерит, блеклые руды. Второстепенные минералы представлены самородным золотом, арсенопиритом, тетрадимитом, петцитом, гесситом и др. Из жильных минералов встречаются кварц, кальцит. Основными минералами гипергенных руд являются гетит, гидрогетит, лимонит, борнит, ковелин и др. Выделяются кварц-пиритовая, кварц-золототеллуридная и кварц - золото - гетит - гидрогетитовая стадия минералообразования.

Морфология и строение рудных тел. Рудные тела данного месторождения приурочены к разрывам субширотного и субмеридионального простираний, в плане имеющие форму веера, раскрывающегося к западу. По морфологическим особенностям рудные тела Гошинского месторождения группируются в трех основных промышленных типах: кварц-сульфидные жилы,

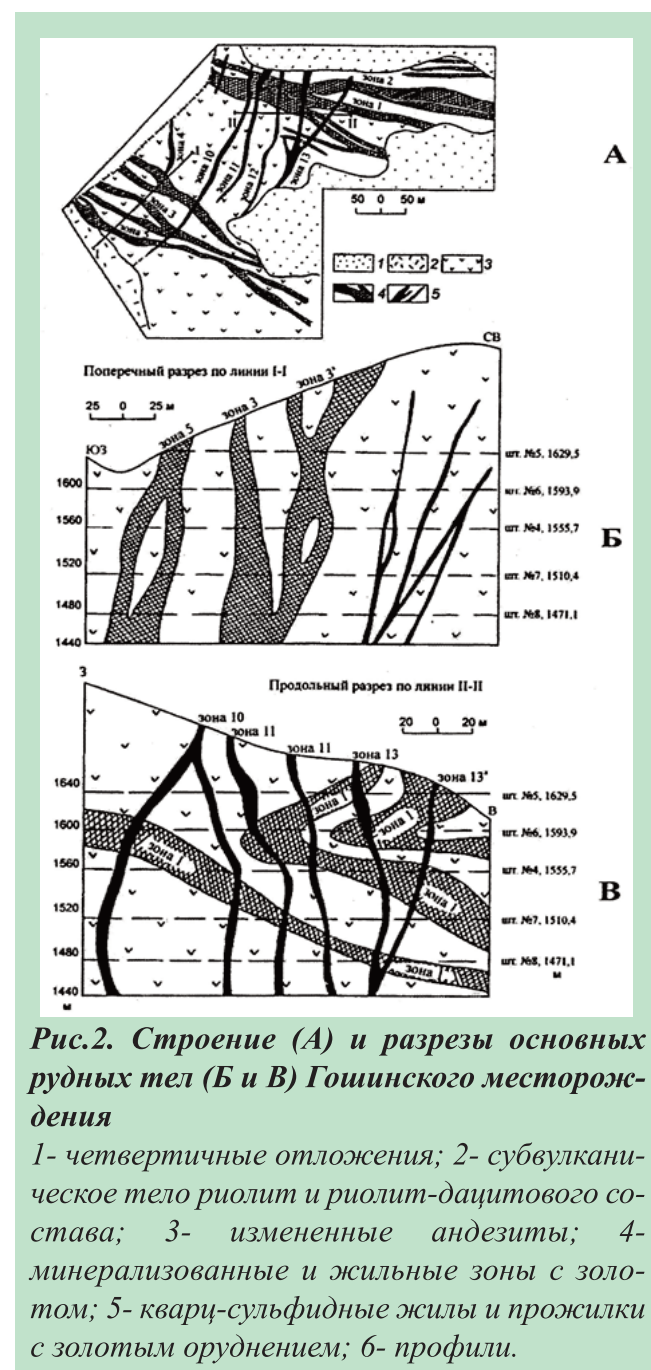


минерализованные и жильные зоны, зоны штоков-верковых тел.

Кварц-сульфидные тела жильного типа локализируются в центральной части месторождения. Падение их крутое, почти вертикальное. Это – рудные тела №4, 10, 11, 12, 13 (*рис.2*). Они имеют достаточно четкие геологические границы и незначительное околорудное изменение вмещающих пород, указывающих на преобладающие процессы выполнения при рудоотложении. Упомянутые рудные тела прослеживаются на значительном расстоянии, и в отличие от субширотных зон, их мощность колеблется от нескольких сантиметров до 5 м, за исключением зоны № 4, мощность которой достигает 20-30 м.

Минерализованные и жильные зоны представлены окварцованными и каолинизированными (с образованием кварц-каолиновой ассоциации), пи-

ритизированными гидротермально-измененными породами, пронизанными кварцевыми прожилками. Выделяются участки интенсивной пиритизации, включающие небольшие линзы, прожилки, гнезда и вкрапленности пирита: отмечаются вкрапленники халькопирита, сфалерита и магнетита. В составе жильного выполнения господствует кварц, часто с адуляром, реже карбонаты. Остальные минералы, в том числе рудные, количество видов которых достигает 30, являются примесями. Поэтому в первом приближении, состав жильной массы Гошинского месторождения должен рассматриваться как су-



щественно кварцевый. Кварц-каолиновая масса с отмеченными рудными минералами и кварцевыми выполнениями образуют рудные зоны, имеющие обычно четкие границы с вмещающими породами, хотя и последние оказываются минерализованными, в том числе с золотом. Именно по этой причине контур жилообразных и линзовидных золоторудных тел, установленных опробованием, нередко выходит за рамки рудоносных зон.

Жильные кварцевые зоны обычно состоят из одной или более жил, сопоставимыми с ними по мощности ареалами прожилково-вкрапленной минерализации. Жилы характеризуются крутым падением ($60-90^{\circ}$) и наличием многочисленных апофиз. Мощность жил варьирует от 0,2-0,3 до 1-2,5 м, протяженность от 20-30 до 300-400 м. По падению рудные тела расположены кулисообразно. Основной структурой, вмещающей штокверковое золоторудное оруднение, являются клиновидные узлы сопряжения разрывных нарушений в разных направлениях. Вскрыты подобные узлы на горизонтах штольни № 4 кваршлагом № 2 и штольни № 7 штреком 2-а.

Минерализованные и жильные зоны и рудные тела характеризуются весьма значительными протяженностями - 700-800 м и более, при мощности от нескольких метров до 15-20 м, достигая в отдельных зонах 30-50 м и более.

Наиболее интенсивные гидротермально-метасоматические изменения проявлены в краевых частях зон, где породы лежачего бока сильно подвергнуты каолинизации и в меньшей степени окварцованию, а всячего - наоборот. Окисление и выщелачивание руд (80 %) проявляются повсеместно и представлены образованиями гидрогетита, гетита, лимонита, реже сидерита, азурита и малахита.

Прожилково-штокверковые рудные тела пронизаны густой сетью различно ориентированных мелких жил и прожилков, содержащих вкрапленники рудных минералов. Среди штокверков различают площадные и линейные. Площадные штокверки имеют очертания с извилистыми границами. Линейные штокверки вытянуты в одном направлении. Размеры их колеблется от нескольких десятков метров до нескольких километров. Штокверки относятся к группе гидротермальных образований, возникших при отложениях металлоносного вещества из горячих минерализованных

растворов, циркулировавших среди трещиноватых горных пород.

Характерная особенность минерализованных и жильных зон - крайне неравномерное распределение золота и наличие отчетливо выраженных рудных столбов. К ним относятся рудные тела 5 и 3 на южном фланге и 1 и 2 на северном фланге месторождения (*см.рис.2*).

В целях определения температурных пределов минералометрические исследования с применением методов декрипитации и гомогенизации. Температура гомогенизации определялась в результате многократных пересечений точек гомогенизации и гетерогенизации [1]. Газово-жидкие включения в прозрачных минералах представлены первичными и первично-вторичными разновидностями.

Для выяснения температурных условий формирования данного месторождения была сделана попытка проследить режим кристаллизации главных жильных (кварц, кальцит) и сульфидных (пирит) минералов.

Гомогенизация включений в кварце соответствует температуре $345-320^{\circ}\text{C}$, а декрипитационные исследования свидетельствует о том, что растрескивание включений в пирите происходит в температурном интервале $440-320^{\circ}\text{C}$, а в кварце - $400-300^{\circ}\text{C}$. Таким образом, согласно данным П.С.Гаврилюк, А.А.Магриби [1], относительные температуры минералообразования укладывается в интервале $400-300^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Многочисленные замеры температур гомогенизации включений в кварце показали, что наиболее высокие температуры гомогенизации в интервале $320-250^{\circ}\text{C}$ установлены в молочно-белом массивном кварце. Для него характерны двухфазные (газ + жидкость) округлой или вытянутой формы включения, содержащие до 90 % жидкой фазы. Наряду с этими, в них содержатся также мелкие вторичные включения, гомогенизация которых наступает при температуре $260-240^{\circ}\text{C}$. Термометрические изучения кварца, гомогенизирующийся при температуре $250-230^{\circ}\text{C}$. Наиболее низкие температуры ($180-120^{\circ}\text{C}$) кристаллизации с мелкими неправильными формами включений характерны для полупрозрачных кристаллов кварца стеклянно-белого цвета.

Жильный кварц характеризуется микровключениями минералообразующих растворов

размером от 2-3 до 10-15 мкм. По относительному возрасту выделяются первичные, первично-вторичные включения [Ермаков, 1972; Ермаков, Долгов, 1979]. Выделений одновозрастных генераций включений проводилось по их морфологии и температурам гомогенизации. В изученном кварце первичные включения обычно представляют собой «негативные микрокристаллы» гексагональной сингонии, расположенные по зонам роста. Газовый пузырек в них обычно изометричный и поэтому непрозрачен за счет полного внутреннего отражения. Первичные включения состоят из водного раствора и газа. Первично-вторичные включения характеризуются неправильной уплощенной формой, так как они, как правило, приурочены к залеченным трещинкам. Газовый пузырек в уплощенных включениях отличается большой прозрачностью. Минералогическая характеристика минерала пластинок позволяет коррелировать температуры гомогенизации первичных первично-вторичных включений с условиями формирования данной стадии минералообразования. Вторичные включения использовались для характеристики температурных параметров последующих стадий. Таким образом, каждая кварцевая пластинка рассматривалась как источник информации о нескольких стадиях и этапах рудообразования, проявленных в виде различных генераций включений [Ермаков, Долгов, 1979].

В кальците содержатся первичные включения неправильной угловатой формы, гомогенизирующийся в жидкости при температуре 320-200 °С. Для кальцита характерны также вторичные включения, приуроченные к залеченным трещинам, гомогенизирующиеся при 120-110 °С. В кальците установлены углекислые включения, частичная гомогенизация которых в жидкую фазу углекислоты происходит при 28,5-26,3 °С.

Не прозрачный кальцит гомогенизируется в жидкой фазе в диапазоне от 170°-160°С до 110°-100°С. Все включения кальцита гомогенизируются в жидкую фазу в диапазоне температур от 170-160°С до 110-100°С. Для наиболее позднего рудного кальцита, выполняющего прожилки в рудовмещающих породах, характерны в очень мелких однофазовых (газовый пузырек) при температуре гомогенизации 80-50 °С.

Флюидные включения второго типа, представ-

ленные существенно газовыми составляющими, отвечающие по составу CO_2 , гомогенизируются при температуре от 21,5 до 23 °С. В данном температурном интервале плотность CO_2 составляет от 0,59 до 0,95 г/см³.

Гомогенизация флюидных включений третьего типа в жидкую фазу происходит при температуре 140-200 °С. Эти растворы характеризуются относительно высокой концентрацией солей (от 7,5 до 10,2 мас. %- экв. NaCl). Помимо натрия в растворе преобладает также магний.

Анализ полученных данных по термометрическим исследованиям показывает, что при кристаллизации минералов Гошинского месторождения были захвачены три типа флюида, различающиеся по составу: 1) водный флюид CO_2 , CH_4 и с хлоридами Na и Mg; 2) газовый флюид, состоящий из CO_2 и с примесями CH_4 ; 3) водный флюид умеренной солености, содержащий хлориды Na и Mg. Первые два флюида одновременны и очевидно, являются производными одного и того же флюида и образовались при расчленении, падении давления и температуры или только давления. Поскольку температуры гомогенизации обоих типов включений во многих случаях оказались одинаковыми, можно полагать, что отделение летучих компонентов от флюида было вызвано резким падением давления, а не снижением температуры. Существенно водный флюид характерен для заключительных стадий формирования месторождения. Он также мог возникнуть при вскипании флюида, состоящего из смеси $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ с хлоридами [4].

Исследован также изотопный состав серы сульфидных минералов, кислорода кварца Гошинского месторождения. Изотопный состав серы изучен в основных сульфидных минералах - пирите, халькопирите, сфалерите. Соотношение изотопов серы в сульфидах варьирует от +3 до +6,8 ‰, в частности для пирита +3,2-4,1 ‰. Как показывают результаты измерения, значения $\delta^{34}\text{S}$ сульфидов, отлагавшихся в разные стадии, незначительно [6].

Таким образом, можно допустить, что при образовании месторождения флюиды имели разную природу. В них присутствуют продукты магматического и метаморфогенного происхождения, смещение которых происходило достаточно быстро в области рудоотложения или

вблизи нее. Решающую роль, по-видимому, играл флюид магматического происхождения.

Кислород и сера в жилах из разных флюидов и горизонтов Гошинского месторождения и из пород разного состава. Это, на наш взгляд, указывает на то, что изотопные обменные реакции с вмещающими породами не влияли соответственно на величины $\delta^{34}\text{S}_{\text{H}_2\text{S}}$ и $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$.

Влияние обменных изотопных реакций флюида с породой на соотношение изотопов кислорода

влиях при 320-200 °C, а пирита второго генерация 260-220 °C.

Газово-жидкие включения в минералах месторождения гомогенизируются в жидкую фазу. Температурные условия формирования руд Гошинского месторождения, выявленные по данным методом гомогенизации и декрипитации отражены в **таблице 1**.

Таким образом, на Гошинском месторождении минералообразование происходило в диапазоне

Таблица 1

Температурные образования по генерации минералов Гошинского месторождения

<i>Минералы</i>	<i>Метод определения</i>	<i>Генерации</i>	<i>Температура, °C</i>
Кварц	Декрипитация	I	345-320
		II	260-240
		III	180-120
Кальцит	Декрипитация	I	170-100
		II	80-50
Пирит	Декрипитация	I	320-200
		II	260-220

в нем в мезотермальных минералообразующих системах незначительно [6]. Поэтому первично магматический флюид взаимодействуя с вулканогенными вмещающими породами, при 400 и 300 °C мог обогатиться легким изотопом кислорода до 2 ‰. Исходя из этого, нельзя однозначно исключить вовлечение в рудообразующую систему воды магматического происхождения [6]. Представляется, что рассчитанный изотопный состав кислорода флюида предпочтительно интерпретировать как следствие смешения двух флюидов, различающихся величинами. Один из них мог иметь магматическое происхождение, а в другой был объединён тяжелым изотопом кислорода и мог возникнуть при образовании вод в результате разложения органического вещества. В этом случае вполне объяснимы вариации величины $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ и ее понижение до -1 ‰ [Ohmoto, Rye, 1979].

Сера, как и кислород, в процессе рудоотложения могла иметь различное происхождение, особенно в том случае, когда изотопный состав располагается в области величин от +7‰. В качестве возможных источников рассматриваются мантийные и магматические системы и вмещающие осадочные породы.

При образовании первого, генерация пирита осуществлялась в среднетемпературных усло-

в температур от 320-300 °C до 50 °C. Образование пирита осуществлялось в среде температурных условий 320-300 °C. Отложение тонко дисперсного золота в пирите осуществлялось, в основном, в конце кристаллизации кварца (II) в узком интервале температур от 260-240 °C до 230-220 °C. Формирование месторождения было завершено кристаллизацией, в основном, карбонатных минералов в тепловодных (до 50 °C) условиях.

Таким образом, результаты полученных данных достоверно подтверждают, что Гошинское месторождение формировалось в мало глубинных условиях.

Выводы

Результаты проведенных исследований по стадийности и длительности формирования минерализации позволяют сделать следующие выводы:

Месторождение образовано системой кварц-сульфидных жил и прожилков небольшой протяженности.

Температура рудообразования, изученная методом гомогенизации газо-жидких включений в прозрачных минералах (кварц) различных минеральных ассоциаций, колеблется в интервале от 140 до 390 °C.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаврилюк П.С., Магриби А.А. Изотопно-геохимические особенности сульфидных руд месторождений Лок-Карабахской зоны Малого Кавказа. // Труды Института Геологии АН Азербайджана. 1979, № 76, с. 109-117.
2. Гусейнов Г.С., Мансуров М.И. Особенности условий локализации золото-колчеданного месторождения (Малый Кавказ) // М.: Отечественная геология, 2013, № 6, с. 51-56.
3. Дмитриев А.К., Ляков Н.В. Характер изменчивости температурных условий формирования Дарасинского месторождения во времени и пространстве. // М.: Изд-во АН СССР, 1985, 57 с.
4. Ермаков Н.В., Долгов Л.А. Изготовления включений минералообразования растворов в теории рудообразования, практика поисков при вращении минералов. // В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. М.: Наука, 1985, с. 112-127.
5. Костылова Е.Е. Метод декрепитации и его значения для минералогической термометрии. // В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. М.: Наука, 1965, с. 147- 170.
6. Kerrich R. The stable isotope geochemistry of Au-Ag deposits in metamorphic rocks. Mineral. Assoc. Can. Short Course. 1987, V. 13, p. 287-336..
7. Наумов В.Б. К вопросу об определении температур минералообразования методом декрепитации. / В кн.: Минералогическая термометрия и барометрия. М.: Наука, 1965, с. 260- 276.

Q.S.Hüseynov, A.Q.Abbasov

MİNERAL-TERMİK TƏDQİQAT MƏLUMATLARINA GÖRƏ QOŞA YATAĞINDA FİLİZ ƏMƏLƏGƏLMƏSİNİN FİZİKİ-KİMYƏVİ SƏRAİTİ

XÜLASƏ

Məqalədə Qoşa yatağının əmələgəlməsinin fiziki-kimyəvi öyrənilməsinə baxılmışdır. Qeyd edilən məsələnin həlli üçün piritin, kvarsın və kalsitin müxtəlif generasiyaları, qazlı məhlulun iştirakı ilə dekriptifikasiya və homogeneziya metodlarının tətbiqi ilə öyrənilmişdir.

Tədqiqatlar göstərir ki, Qoşa yatağında mineral əmələgəlmə prosesi geniş temperatur diapazonunda 320-200 °C- də olmuş və istisu (50 °C- yə qədər) şəraitində əsasən karbonat mineralları ilə başa çatmışdır.

Q.S.Huseynov, A.Q.Abbasov

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ENVIRONMENT OF ORE FORMATION EVOLUTION IN QOSHA FIELD BY THE MINERAL AND THERMAL DATA

ABSTRACT

The article considers the physicochemical study of evolution of Qosha deposit. To solve this problem, different generations of pyrite, quartz and calcite were studied using decryption and homogenization methods in the presence of a gaseous solution.

Studies show that the process of mineral formation in Qosha deposit took place in a wide temperature range - 320-200 °C and was completed in the heat (up to 50 °C) mainly with carbonate minerals.