

17. Удодов П.А., Паршин П.Н., Левашов Б.М. и др. Гидрогеохимические исследования Колывань-Томской складчатой зоны. - Томск: изд-во ТГУ, 1971. - 284 с.
18. Удодов П.А., В.М. Матусевич, Н.В. Григорьев. Гидрогеохимические поиски в условиях полужакрытых геологических структур Томь-Яйского междуречья. - Томск: изд-во ТГУ, 1965. - 202с.
19. Уткин Ю.В. Классификация травертинов междуречья Малая Ушайка-Тугояковка (Томская область). // Проблемы географии на рубеже ХХІв. Материалы Всероссийской научной конференции. Томск: изд-во ТГУ, 2000. - с.197-199.
20. Шварцев С.А. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М: Недра, 1998. -366с.
21. Шварцев С.Л., Копылова Ю.Г., Лосева З.В., Дутова Е.М. Гидрогеохимические условия образования карбонатных травертинов на юго-востоке Западной Сибири // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тезисы IV годичной конференции. - Тюмень, 1983. - С.175-176.

GEOCHEMICAL CONDITIONS OF TRAVERTIN FORMING (ON AN EXAMPLE OF BASIN THE RIVER TUGOJAKOVKA)

Petrova O.E., Kopylova J.G., Martynova T.E.

The prevalence of travertins in suburbs of Tomsk and some other regions has been considered. Its connection with unloading places of fractured zone waters has been investigated. The results of investigation of chemical composition of springs which deposited travertins in basin of river Tugoiakovka have been adduced. The physic-chemical equilibrium of water with carbonaceous minerals as the reason of secondary minerogenesis has been estimated. The mineralogy-petrography features of structure of travertins have been investigated. The characteristic of mobility of chemical elements in carbonate forming conditions under the initial stage formation of alkaline carbonate-calcium geochemical water type was given.

УДК 628.1

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ НА ФИЛЬТРАХ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДОЗАБОРА ТОМСКОГО АКАДЕМГОРОДКА

Покровский Д.С., Дутова Е.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С.

В статье приведены результаты изучения минеральных новообразований, сформировавшихся на фильтрах очистных сооружений водозабора из подземных источников Академгородка. Осадки сложены преимущественно гидроксидами железа и марганца и карбонатами кальция, железистая фаза представлена ферригидритом и гематитом.

Водоснабжение, водозабор, подземные воды, водоподготовка, зернистые фильтры, минералогия техногенеза, минеральные новообразования, микроструктура, химический состав, минеральный состав.

Введение

Данная статья продолжает серию работ [1-5], являющихся попыткой заполнить пробел, существующий в настоящее время в области изучения природно-техногенного минералообразования и касающийся водоснабжения —

одного из самых распространенных видов человеческой деятельности, практически все технологические процессы которого сопровождаются образованием значительного количества разнообразных по составу осадков.

Выявление закономерностей и механизмов формирования, вещественного состава, структурных и минералогических особенностей осадков представляет несомненный интерес как с теоретических, так и с прикладных позиций. Их учет необходим, с одной стороны, при выборе адекватной стратегии борьбы с явлениями, ухудшающими работу водозаборных сооружений, с другой, - позволяет получить модель современного гидрогенного минералообразования, поскольку появляется возможность наблюдать за ростом минералов практически с момента их зарождения.

Для изучения осадков, образующихся на зернистых фильтрах водозабора из подземных источников Академгородка Томского научного центра, мы использовали комплекс физико-химических методов. Термический анализ проводили на дериватографе Paulik- Paulik-Erdey в НИИ ВН при ТПУ, инфракрасную спектроскопию - на приборе Specord - 75М в АЦ ОИГМ СО РАН г. Новосибирска, рентгенофазовый анализ - на дифрактометре ДРОН-3) и электронно-микроскопические исследования - на микроскопе TESLA BS - 301 и приборе ЭМВ - 100 АК в лабораториях кафедры физики ТГАСУ. Некоторые результаты исследований приведены ниже.

Объект исследований

Академическое месторождение подземных вод в геолого-структурном отношении расположено в пределах Колывань-Томской складчатой зоны. Водонесущие породы, представленные песчаниками, глинистыми сланцами, аргиллитами и алевролитами и содержащие дайки пермо-триасового возраста, наиболее обводнены в пределах зоны экзогенной трещиноватости, особенно вдоль тектонических нарушений и сопутствующих им зон дробления. Водозабор представляет собой площадную систему, содержащую 13 скважин с общей производительностью порядка 2,5 тыс.м³ воды в сутки.

По химическому составу воды эксплуатационных скважин исключительно гидрокарбонатные с различными взаимоотношениями кальция и магния, пресные, нейтральные и слабощелочные, жесткие и умеренно-жесткие. Значения, превышающие предельно допустимые для вод хозяйственно-питьевого назначения, имеют содержания железа и марганца, окисляемость и жесткость, причем железо и марганец практически в ста процентах случаев, а жесткость и окисляемость - лишь в отдельных скважинах, а иногда и только в определенные периоды. Принятая схема водоподготовки предусматривает аэрацию на вентиляционной градирне с последующим фильтрованием на зернистых фильтрах и хлорирование. В качестве фильтрующей загрузки используется кварцевый песок Чулымского месторождения, состоящий, в основном, из α -кристобалита.

На всех этапах добычи воды и ее подготовки значительная часть химических элементов выводится из водной миграции. По данным, приведенным в табл. 1, видно, как изменяются термодинамические условия и химический состав воды в процессе технологического цикла водоподготовки: повышаются температура, pH и содержание кислорода, происходит потеря углекислого газа, снижаются концентрации основных компонентов и общее солесодержание. Железо и марганец, на которые ориентирован технологический процесс, удаляются до концентраций, не превышающих требований СанПиН-2.1.4-96.

Таблица 1.

Химический состав вод технологического цикла водозабора Академгородка
(составлено по многолетним данным служб водозабора)

Показатели	Воды, поступающие на технологический цикл	Воды, прошедшие технологический цикл	Изменчивость параметров
Температура, °C	5,0-15,0 6,88	6-13 8,93	-1-6 2,27
Сухой остаток, мг/дм ³	300-531 348,8	280-700 326,7	-170-180 -23,9
pH	6,7-8,8 7,62	6,5-8,6 7,63	-0,6-0,5 0,02
Жесткость, мг-экв/дм ³	3,7-8,0 6,66	4,0-8,2 6,54	-1,72-0,7 -0,17
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	366-525 421,5	366-488 414,2	-109,8-42,7 -6,7
Cl ⁻ , мг/дм ³	0,47-12,5 3,70	0,57-11,5 4,17	-3,9-4,0 0,39
SO ₄ ²⁻	0,1-61,07 2,0	0,1-43,04 1,50	-18,93-0,0 -0,5
Ca ²⁺ , мг/дм ³	52-130 99,6	55-132 98,4	-16-24 -1,2
Mg ²⁺ , мг/дм ³	2,4-48,2 18,3	0,9-45,1 17,9	-12,2-30,5 -0,7
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,36-12,0 3,49	0,005-0,2 0,043	-7,85-(-0,29) -3,30
Mn, мг/дм ³	0,001-1,0 0,52	0,0001-0,12 0,045	-0,99-0,27 -0,46
O ₂ , мг/дм ³	0,23-11,0 4,32	2,08-19,6 10,00	-3,0-18,4 5,82
CO ₂ св., мг/дм ³	2,0-123,2 33,26	1,0-90,2 24,16	-55,0-52,8 -9,11
Окисляемость, мг O ₂ /дм ³	0,53-6,5 2,14	0,64-5,44 1,76	-2,24-2,4 -0,298
Число значений		67	

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе приведен диапазон, в знаменателе - средние значения показателей

Изменение химического состава сопровождается вторичным минералообразованием и формированием осадков на технологическом оборудовании водозаборных и очистных сооружений.

Характеристика минеральных новообразований

При изучении вторичного минералообразования мы проводили не только натурные исследования, но и эксперимент, в процессе которого группы образцов кварцевого песка Волгоградского и Чулымского месторождений и альбитофира помещали в проточную воду, обогащенную кислородом в различных условиях аэрации.

На поверхности зерен альбитофира и кварца из группы образцов, выдержанных 16 суток в воде, прошедшей аэрацию на вентиляторной градирне, сформировались пленки осадка буро-красного цвета. На РЭМ-изображениях при диапазоне увеличений от 25 до 1000 раз какие-либо структурные элементы в массе осадка четко не прослеживаются, пленки выглядят плотными, и на их поверхности видны лишь трещины усыхания (рис. 1, а). Тем не менее, на основании ряда признаков можно утверждать, что пленки осадка на образцах этой группы обладают коллоидным строением. Структурные отличия в пленках, образующихся на кварце и альбитофире, не обнаружены.

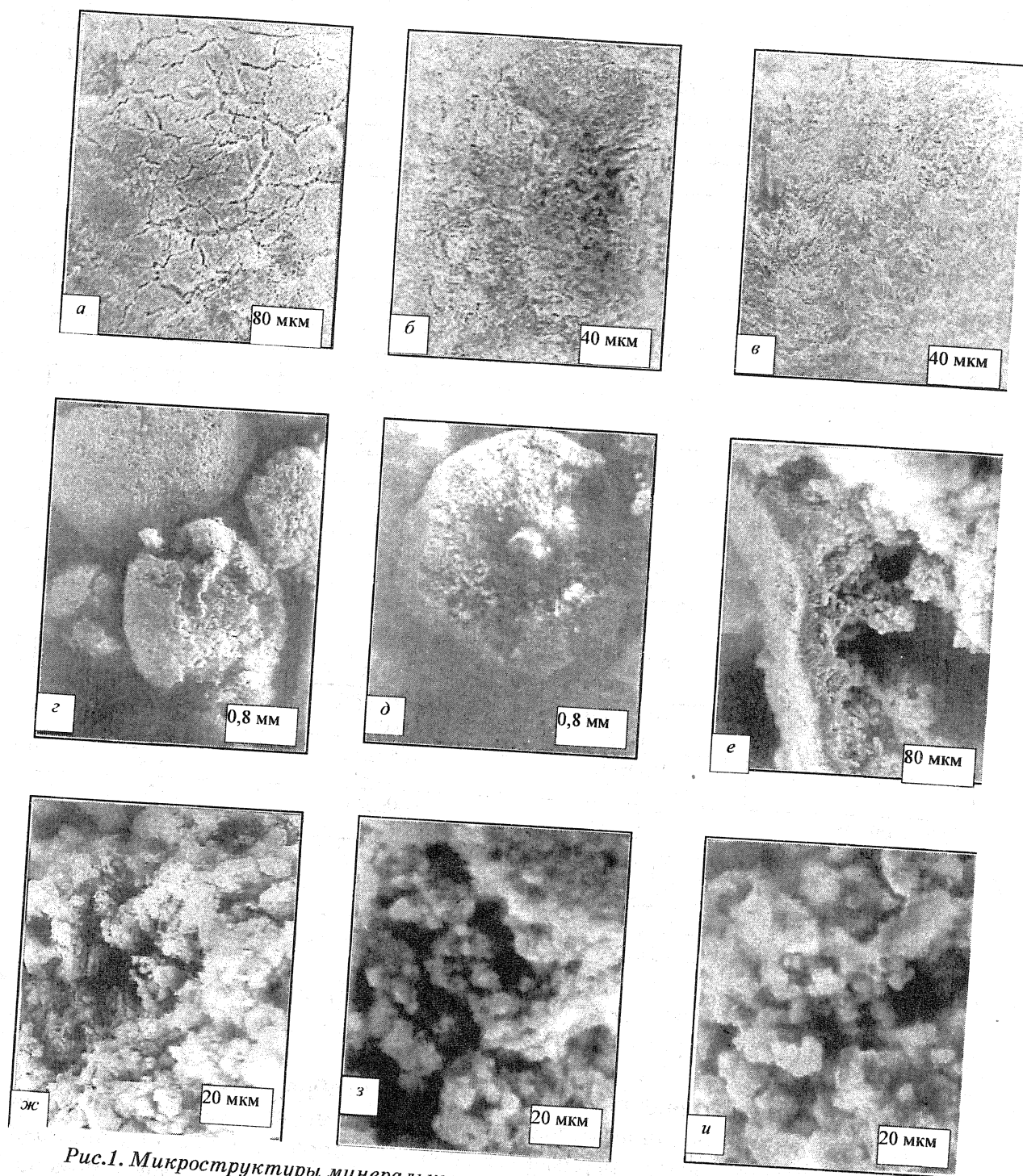


Рис.1. Микроструктуры минеральных новообразований из фильтров водозабора Академгородка:

а, б, в - пленки, образовавшиеся в ходе эксперимента (а - на зернах кварца. Коломорфное строение. Аэрация на вентиляторной градине; б - на зернах альбитофира. Коломорфно-глобулярное строение. Дополнительная аэрация; в - на зернах кварца. Коломорфно-глобулярное строение, анизотропная ориентировка частиц осадка. Дополнительная аэрация); г - внешний вид оолитов. Фильтр № 8; д - поперечный разрез оолита из фильтра № 7; е - строение внешнего слоя оолита; ж - коломорфно-глобулярное строение осадка из фильтра № 5; з, и - глобулярное строение осадка из фильтров № 8 (з) и № 7 (и). Электронномикроскопические исследования выполнены в лаборатории электронной микроскопии кафедры физики ТГАСУ

Зерна альбитофира и кварца из второй группы образцов были выдержаны 16 суток в воде с дополнительной аэрацией. Пленки осадка на них имеют

несколько иное строение (рис. 1,б,в). На снимках видно, что в аморфной массе начинают обособляться глобулы размером от 0,02 до 0,04 мм, имеющие нечетко выраженные контуры. Это делает пленку осадка более рыхлой, по сравнению с пленкой, полученной из воды, прошедшей только аэрацию на вентиляторной градирне. Трещины усыхания на поверхности образцов развиты менее интенсивно. Кроме того, появляются некоторые структурные отличия в осадках, образовавшихся на альбитофире и кварце.

Пленка осадка на альбитофире кроме слабо оформленных глобул содержит элементы, придающие ей облик морщинистого подсыхающего слоя масляной краски, нанесенной на плохо окрашивающуюся поверхность (рис. 1,б). В пленке осадка, покрывающей зерно кварца, такие элементы отсутствуют, но хорошо заметно чешуйчато-листоватое ультрамикрослоистое строение, обусловленное взаимодействием структурных элементов по типу базис - базис, причем частицы в микрослоях ориентированы перпендикулярно к поверхности зерна кварца (рис. 1,в). В коллоидной химии такие дисперсии, имеющие участки с хорошо выраженной периодичностью в расположении параллельно ориентированных относительно друг друга анизодиаметрических частиц, называют тактоидами. Явление анизотропной ориентации частиц было обнаружено на золях $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и ряде других неорганических и органических дисперсий. Причиной образования анизотропных областей в таких системах является равновесие между молекулярными силами притяжения и электростатическими силами отталкивания, действующими между частицами, являющимися обычно диполями [6]. В пленках осадка, покрывающих зерна альбитофира, такой ориентированной микроструктуры не наблюдается. Это особенность, очевидно, связана с тем, что поверхность зерна кварца, в отличие от альбитофира, в водной среде имеет хорошо выраженный отрицательный заряд, а мицеллы золя гидроксидов железа, преобладающие в объеме осадка, заряжены положительно. В целом же, структурные элементы в пленках этой группы выражены нечетко, и такую микроструктуру можно отнести к коломорфно-псевдоглобулярному типу. Следует отметить, что пленки осадков, образовавшиеся на зернах кварцевого песка из двух разных месторождений, структурных отличий не обнаруживают.

Осадки на поверхности зерен загрузки фильтров обезжелезивания формируются в условиях периодического механического разрушения, вызываемого промывкой фильтров, и, несмотря на это, нарастают по мощности. В результате образуются агрегаты, которые по комплексу признаков могут быть отнесены к оолитам. В их поперечном разрезе достаточно хорошо видна микрослоистость, выражающаяся в чередовании темных и светлых слоев. Размеры и цвет новообразований зависят от времени работы фильтра: на зернах фильтра № 4, проработавшего около двух лет, сформировалась только светло-коричневая пленка, толщина которой не поддается измерению, на фильтрах с длительным периодом работы оолиты имеют черный цвет, а их размеры превышают размеры зерен загрузки в 3-4 раза (табл. 2).

В фильтре № 4, который к моменту отбора проб проработал с перерывами около двух лет, тончайшей пленкой покрывается все зерно, а процесс нарастания осадка по мощности начинается в углублениях и трещинах на его (зерна) поверхности. Можно заметить такую же анизотропную ориентировку частиц при их закреплении и ультрамикрослоистое строение, как и в пленке осадка, образовавшегося в ходе эксперимента.

Таблица 2.

*Характеристика минеральных агрегатов из фильтров водозабора
Академгородка*

№ фильтра	Время работы фильтра, лет	Цвет влажного осадка	Размер и форма оолитов
4	3	светло-коричневый	близки к зернам загрузки
5	5	Коричневый	до 1,5 мм, (сфероидальная)
6	10	Черный	до 2,3 мм, (сфероидальная)
7	20	Черный	2 - 3 мм, (сфероидальная)
8	21	Черный	2 - 3 мм, (сфероидальная)

На зернах кварцевой загрузки, проработавшей пять лет (фильтр № 5), толщина корочек осадка, измеренная по РЭМ-изображениям, составляет 0,3 - 0,5 мм. На поперечных разрезах оолитов видно, что корочки имеет рыхлое строение, а слой осадка - хорошо выраженную границу с кварцевым зерном. При больших увеличениях можно различить элементы, формирующие коллоидно-глобулярную микроструктуру осадка: видны первичные частицы (чешуйки) и микроагрегаты (глобулы), образующиеся в результате слипания первичных частиц (рис. 1, ж). Размер глобул определяется в пределах 5 - 20 мкм. Очевидно, процесс образования глобул идет уже в толще осадка по мере его, как принято говорить в коллоидной химии, "старения". Вновь осаждающиеся частицы распределяются равномерно и закрепляются перпендикулярно относительно поверхности оолита. Поровое пространство представлено межагрегатными (межглобулярными) изометричными порами размером до 15 мкм, составляющими большую часть порового пространства, а также порами, которые по терминологии, использующейся при классифицировании микроструктур глинистых пород [7], могут быть названы межмикроагрегатными и межультрамикроагрегатными анизометричными или щелевидными. Осадки, образовавшиеся в фильтрах № 6, 7, 8, время работы которых составляет от 10 лет до 21 года, представляют собой хорошо сформированные оолиты черного цвета, имеющие сферическую форму и размеры, зависящие от времени формирования. Их внешний вид показан на рис. 1, г. Оолиты из всех трех фильтров имеют очень близкое, практически одинаковое, внутренне строение, но несколько отличаются от оолитов из фильтра № 5. Поверхность оолитов при небольшом увеличении выглядит зернистой. Толщина корочек (внешнего, приповерхностного слоя) оолитов из фильтра № 6, измеренная по РЭМ-изображениям, составляет - 0,4 - 0,5 мм, из фильтров № 7 и 8 - 0,6 - 1,2 мм. На поперечных разрезах оолитов (рис. 1, д) видно, что осадок по всей мощности имеет одинаковую достаточно высокую плотность, а между слоем осадка и тончайшей пленкой, покрывающей зерно кварца, проходит резкая граница (рис. 1, е), что мы наблюдали и в оолитах из фильтра № 5. Очевидно, основное влияние на процесс закрепления осаждающихся частиц на поверхности зерна оказывают ионные электростатические силы и силы молекулярного взаимодействия. На это обстоятельство исследователи неоднократно обращали внимание при анализе взаимодействия коллоидных частиц и микрообъектов [8]. Микроструктура осадка создается за счет морфологически хорошо выраженных агрегатов (пакетов) размером 20 - 30 мкм в поперечнике (рис. 1, з). Пакеты состоят из листоватых частиц (чешуек) размером около 5 мкм в диаметре, контактирующих между собой по типу базис - базис или базис - скол. Чешуйки могут слипаться между собой боковыми частями, образу-

ющиеся при этом укрупненные листочки в пакеты не входят (рис. 1, и). Поро-
вое пространство в рассматриваемой микроструктуре в основном состоит из
межглобулярных изометричных пор размером до 15 мкм, межмикроагрегат-
ные и межультрамикроагрегатные поры имеют подчиненное значение.

Данные термического анализа свидетельствуют о преобладании в осадках
тонкодисперсных гидроксидов железа и марганца. Кривая ДТА образца осадка,
отобранного на водозаборе Академгородка с зернистой загрузки фильтра № 8,
проработавшего более 20 лет, характеризуется наличием неглубоких эндо- и эк-
зоэффектов по всей области развития (рис. 2). Низкотемпературный эндоэффект
при 127°C переходит в экзотермический с выраженным максимумом 239°C, что
свидетельствует о процессах дегидратации и структурных превращениях в гид-
роксидах марганца и кристаллизации тонкодисперсной железистой фазы, нахо-
дящейся в подчиненном количестве. Вблизи 300°C проявляется среднетемпера-
турный эндоэффект, который может быть связан с выделением межслоевой воды
в слоистых минералах. Около 432°C проявляется среднетемпературный экзоэф-
фект, связанный с кристаллизацией аморфной фазы с выделением небольшого
количества тепла. В области 570°C отчетливо проявляется неглубокий, но с ост-
рым пиком эндоэффект, обусловленный переходом тетрагонального α -браунита
(α - Mn_2O_3) в кубический β -браунит (β - Mn_2O_3) [9]. Подобный рисунок этого пика
можно увидеть на кривой нагревания марганцевых конкреций из четвертичных
отложений [10]. Здесь этот пик также относится к основной эндотермической ре-
акции двуокиси марганца, которая, согласно Е.Я. Роде, связана с образованием
стабильного β - Mn_2O_3 . В высокотемпературной области кривой ДТА, превышаю-
щей 880°C, наблюдается начало развития экзоэффекты разложения карбонатов
натных минералов. В этом случае термические эффекты разложения карбонатов
выражены слабо, хотя как материалы предварительных прогнозных расчетов
минеральных равновесий, так и данные прямого определения с помощью хими-
ческого анализа свидетельствуют о содержании карбонатных минералов в осад-
ках на фильтрах водозабора Академгородка, намного превышающем их (карбо-
натов) содержания на других водозаборах. Это противоречие связано, вероятно,
с высокой степенью дисперсности осадков и значительной долей содержащихся
в них некарбонатных минералов [11]. Характер кривых ДТГ и ТГ свидетельству-
ет о преобладании в осадке кристаллической фазы. Основная потеря веса (6,8%
от веса навески) происходит в области низких температур 100 - 180°C и связана с
реакциями дегидратации гидроксидов марганца и железа.

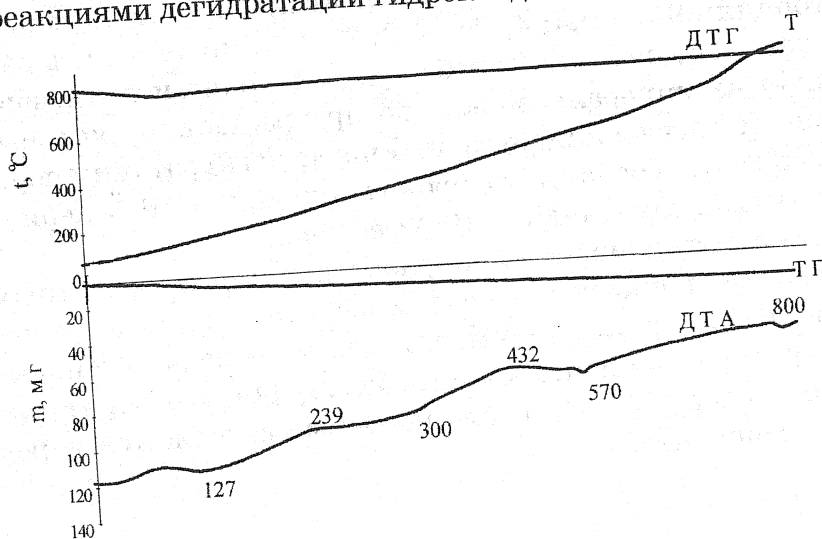


Рис.2. Термограммы
осадка из фильтра №8
водозабора Академгородка

ИК-спектр осадка из фильтра обезжелезивания содержит несколько широких полос, форма которых типична для тонкодисперсных соединений. Четкая, интенсивная полоса 506 см^{-1} соответствует валентным колебаниям связи Mn–O и практически совпадает с низкочастотным максимумом вернадита (500 см^{-1}), но это может говорить лишь о подобии одной из связей Mn–O в октаэдрах исследуемого минерала и вернадита. Дело в том, что для типичных марганцевых оксидов характерно наличие второго низкочастотного максимума, который практически не проявился в спектре изученного осадка. Однако известно, что ширина и интенсивность указанного максимума зависят от степени совершенства кристаллической структуры и наличия примесей в минерале. Так, например, если бернессит (вернадит) содержит кальций и калий, то в ИК-спектре фиксируются широкая характеристическая полоса 480 см^{-1} и слабые полосы 500 , 1635 и 1620 см^{-1} [12]. На спектре исследованного нами осадка выделяются полосы группы CO_3^{2-} – 870 (характеристическая для кальцита), 1080 и 1413 см^{-1} , что позволяет говорить о присутствии в образце кальцита. Учитывая это, полученный нами спектр можно соотнести с ИК-спектрами бернессита или бузерита (10 Å манганита). Бернессит – сравнительно редкий водный оксид марганца, однако обнаружение его в карбонатных травертинах, образующихся на выходах холодноводных источников палеозойского водоносного комплекса в Томской области [13], существенно повышает вероятность того, что в осадке на зернистой загрузке фильтра водозабора Академгородка встречен именно бернессит. Следует отметить, что по своим свойствам ферригидриту, в этом случае в спектре выражены слабо.

Для диагностики минералогического состава с помощью рентгеновской дифрактометрии мы снимали рентгенограммы осадков отдельных образцов сначала в естественном, высушенном при комнатной температуре, состоянии, затем после нагрева до 100 и 250°C . Характерный вид дифрактограмм показан на рис. 3. Для рентгенограммы непрогретого образца (кривая 1) характерны симметричные по форме профили рефлексы, соответствующие межплоскостным расстояниям $d\text{ (Å)}$: $9,7$; $4,85$; $1,409$.

Оценка размеров областей когерентного рассеяния по уширению рефлексов с помощью формулы Селякова-Шеррера дает значение $2,5$ и $3,0\text{ нм}$ для первого и второго рефлексов соответственно. Таким образом, образец осадка с фильтра в основе своей представляет нанокристаллический 10 Å марганцевый минерал. Согласно данным исследований Ф.В.Чухрова с соавторами [14], рентгенограммы, содержащие интенсивные рефлексы, соответствующие межплоскостным расстояниям $9,8 - 9,4$; $4,65 - 4,9$; $2,44\text{ Å}$, могут давать различные по структуре бузерит-I, бузерит-II, асболан, тодорокит и литиофит. Различать 10 Å марганцевые минералы можно по превращениям, которые они претерпевают в процессе нагревания: бузерит-I после дегидратации переходит в бернессит, а бузерит-II, асболан и тодорокит сохраняют 10 Å период решетки, и на рентгенограммах сохраняются 10 Å рефлекс.

Результаты измерения интенсивностей рефлексов и межплоскостных расстояний по рентгенограмме непрогретого осадка свидетельствуют, что наиболее сильные рефлексы соответствуют 10 Å марганцевому минералу и практически совпадают с литературными данными по асболану [14] и бузериту из Fe-Mn-конкреций Тихого океана [15]. На рентгенограмме содержатся и рефлексы, характерные для вернадита.

Межплоскостные расстояния и интенсивности рефлексов, полученные в результате расшифровки рентгенограммы образца осадка, прогретого при 100°C (рис.3, кривая 2), хорошо согласуются с литературными данными для бернессита и вернадита. На дифрактограмме прогретого образца вместо 10 Å появляются новые рефлексы $d = 7,08$ и $3,69$ Å, отвечающие основным рефлексам бернессита. На основании полученных результатов следует вывод, что 10 Å фаза исходного материала представлена бузеритом-I.

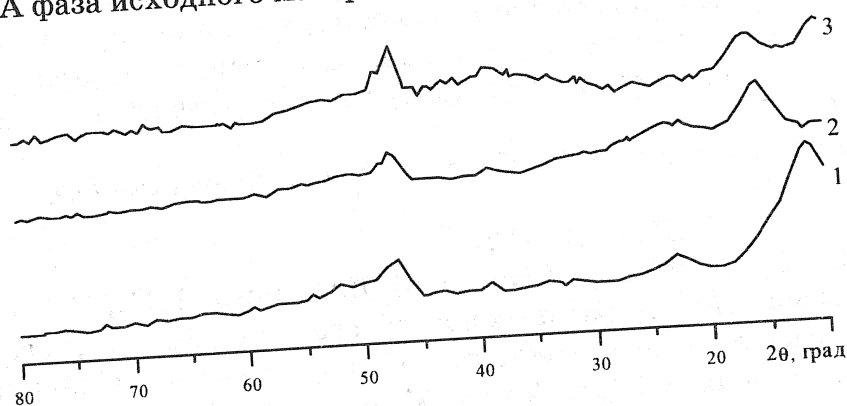


Рис.3. Рентгенограммы осадка, высушенного при комнатной температуре (1) и прогретого при 100°C (2) и 250°C (3). Фильтр №

В результате прогрева осадка при 250°C происходит быстрое разрушение структуры исходного минерала - 10 Å бузерита: на рентгенограмме (кривая 2 на рис.3), исчезает интенсивный максимум рассеяния, соответствующий $d = 4,7$ Å. Вместо него возникают размытые максимумы при углах рассеяния 2θ от 30° до 60° и множество слабых острых брэгговских рефлексов. Таким образом, прогрев при 250°C приводит к появлению более тонкодисперсной нанокристаллической фазы. Основные рефлексы на рентгенограмме при 47°; 87° (2θ) сохраняются в тех же положениях и с такой же интенсивностью, как и на рентгенограммах исходного непрогретого образца. Расшифровка рентгенограммы показывает, что содержание вернадита в образце после прогрева при 250°C уменьшается незначительно. При прогреве, вероятно, происходит распад остатков бузерита, сопровождающийся образованием манганита и пиролюзита, а бернессит переходит в гаусманит. При перенабивке прогретого порошкового материала в кювету для съемок количество дополнительных слабых рефлексов на рентгенограммах изменяется: одни рефлексы исчезают, другие - возникают. Такая ситуация возможна, если частицы порошка имеют ярко выраженную пластинчатую или игольчатую форму.

В осадке присутствует нанокристаллическая железистая фаза, о чем свидетельствует широкий максимум в положении дифракционного максимума от гетита. С определенной долей вероятности можно говорить и о присутствии в осадке родохрозита и арагонита.

Основные выводы

В технических системах водоснабжения, так же как и в природных условиях, вода, содержащая растворенные компоненты, реагирует на изменение термодинамических условий (температура, давление, газовый режим) и соответственно изменяет свой химический состав, вследствие чего из раствора выводится твердая минеральная фаза. Проведенные различными инструментальными методами минералогические исследования осадков на фильтрах водозабора Томского Академгородка позволили с той или иной степенью достоверности идентифицировать достаточно широкий спектр минералов: окислов,

гидроокислов, карбонатов и фосфатов. В осадках из фильтров, проработавших 5 и менее лет, преобладает железистая, представленная ферригидритом и гематитом, и карбонатная, представленная кальцитом и арагонитом, фазы. Установлено наличие бактериального ферригидрита. В осадках из фильтров, проработавших более 10 лет, доля железистых окислов и гидроокислов значительно меньше (10 - 12%), а преобладает кристаллическая марганцевая фаза (порядка 40%), основу которой составляет слоистый минерал бузерит-I или 10 А манганит. Для этих осадков характерно высокое содержание карбонатов (порядка 20 - 25%), среди которых наряду с кальцитом и арагонитом присутствует родохрозит. В небольшом количестве присутствуют фосфатные минералы типа вивианита (5 - 7%).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобразования РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вологодина И.В., Лычагин Д.В., Покровский Д.С., Рогов Г.М., Тайлашев А.С., Дутова Е.М. Изучение минеральных новообразований подземных водозаборов г.Томска // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири: Материалы науч. конф. 1-4 апреля 1998. - Томск: Изд-во ТГУ, 1998. - Т. 3. - С. 38 - 42.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Вологодина И.В. Минеральные новообразования водозабора Томского Академгородка // Минералогия техногенеза - 2000. - Миасс: ИМин УрО РАН, 2000. - С. 172-175.
3. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Вологодина И.В. Изучение процессов минералообразования на водозаборах Томской области // Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. Тр. III межд. науч.-практ. конф. - Кемерово: СибГИУ, ЗАО "Экспо-Сибирь", 2000. - С. 69-70.
4. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С. Минеральные новообразования на водозаборе города Стрежевого // Вестник ТГАСУ. - 2001. - № 1. - С. 136 - 146.
5. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Вологодина И.В. Минеральные новообразования на Томском водозаборе из подземных источников // Обской вестник. - 2001. - № 1-2. - С. 113-121.
6. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Химия, 1975. - 512 с.
7. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород / Под ред. акад. Е.М.Сергеева. - М.: Недра, 1989. - 211 с.
8. Ефремов И.Ф., Усъяров О.Г. Взаимодействия коллоидных частиц и других микрообъектов на дальних расстояниях и образование периодических коллоидных структур // Успехи химии. - 1976. - Т. 45. - Вып. 5. - С. 877 - 907.
9. Берг Л.Г., Прибылов К.П., Егунов В.П., Абдурахманов Р.А. О термической дегидратации гидроокиси железа (III) // Журн. неорг. химии. - 1969. - Т. XIV. - вып. 9 - С. 2303 - 2306.
10. Добровольский В.В. Гипергенез четвертичного периода - М.: Недра, 1966. - 240 с.
11. Алексеева В.Е., Шурыгина Е.А. Исследование карбонатов в черноземах Молдавии методом термического анализа // Почвоведение. - 1973. - №4. - С. 114-121.
12. Батурин Г.Н., Дубинчук В.Т. Микроструктуры железомарганцевых конкреций: Атлас микрофотографий. - М.: Наука, 1989. - 288 с.

13. Баженов В.А., Соколова М.Ф. Бернессит в травертинах Томской области // Вопросы генезиса эндогенных месторождений. Минералогия и геохимия. - Изд-во ЛГУ. - 1988. - Вып. 7. - С.157 - 163.

14. Чухров Ф.В., Горшков А.И., Дриц В.А. Гипергенные окислы марганца. - М.: Наука, 1989. - 208 с.

15. Чухров Ф.В., Горшков А.И., Дриц В.А., Свицов А.В., Успенская Т.Ю., Сахаров Б.А. Структурные модели и методики изучения бузерита // Изв. АН СССР. Сер. геол. - 1984. - №10 - С.65 - 74.

NATURE - TECHNOGENIC MINERALFORMATION ON GRANULAR FILTERS OF TOMSK ACADEMTOWN WATER SUPPLY FACTORY

D.S. Pokrovsky, E.M. Dutova, I.V. Vologdina, A.S. Tailashev

In clause the results of study mineral modern formations, on the Academtown water supply factory from underground sources are given. The deposits formed on granular filters, are combined mainly oxides of manganese and calcium carbonic, the ferruterous phase is submitted ferruterryhydride and hematite.

Water supply, water wells, underground waters, water treatment, granular filters, technogenic mineralogy, mineral modern formations, microstructure, chemical composition, mineral composition.

УДК: 553.98:551

ПАЛЕОФАУНИСТИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ – ИНДИКАТОРЫ ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ ПРИ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Чернова О.С.

Задача восстановления палеоландшафтов – одна из важнейших в нефтяной седиментологии. Решается она определением трех основных компонентов – климата, рельефа и органического мира. Древние организмы особо чувствительны к перемене фациальных условий и являются лучшими индикаторами обстановки седиментации. Изучены фрагменты макрофауны, обнаруженные в кернах скважин Передовой, Южно-Чкаловской, Ясной, Лугинецкой, Мыльджинской площадей. Это раковины *Meleagrinnella ovalis* (Phillips), *Meleagrinnella ex. gr. Subovalis* (Phillips), *Meleagrinnella ex. gr. Subovalis Zakharov*, *Dentalium sp. indet* (скафоподы), ходы илоедов, комплексы секреторных фораминифер (гл. образом лентикуллитов). Проведен палеобиофациальный анализ с палеоэкологической привязкой остатков фауны. Описана среда обитания данных организмов.

Одной из важнейших задач седиментологии нефтяных резервуаров является задача восстановления ландшафтов прошлых эпох. Задача сложная, не имеющая однозначных решений, помогающая познать закономерности распространения пород-коллекторов в пространстве и во времени. Особенно остро эта проблема встает при проведении комплексной оценки перспектив нефтегазоносности осадочных толщ слабо изученных территорий. К числу последних в Томской области относится Усть-Тымская депрессионная зона, расположен-