

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	11
<b>ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. Марганцевые породы и руды. Общие сведения о разделении изотопов углерода и кислорода в седименто- и литогенезе .....</b>	<b>14</b>
<b>Глава 1. Марганцевые породы и руды.....</b>	<b>14</b>
<b>Глава 2. Общие сведения о разделении изотопов углерода и кислорода при образовании карбонатов в седименто- и литогенезе.....</b>	<b>18</b>
2.1. Разделение изотопов углерода и кислорода в процессе образования осадочных карбонатных пород.....	21
2.2. Особенности формирования изотопного состава аутигенных карбонатов в зоне диагенеза .....	24
2.3. Факторы, контролирующие формирование изотопного состава углерода и кислорода в постраниагенетических аутигенных карбонатах .....	32
<b>ЧАСТЬ ВТОРАЯ. Карбонаты марганца в современных осадках .....</b>	<b>42</b>
<b>Глава 3. Карбонаты марганца в океанических осадках .....</b>	<b>44</b>
3.1. Изотопный состав и происхождение кальциевого родохрозита в осадках Гватемальской котловины (Панамский бассейн, Тихий океан) .....	44
3.2. Карбонаты марганца в осадках Центрально-Американского желоба (поднятие Эль-Гардо, Тихий океан) .....	55
<b>Глава 4. Карбонаты марганца в морских осадках.....</b>	<b>59</b>
4.1. Карбонаты марганца в осадках Балтийского моря.....	59
4.2. Железомарганцевые конкреции Белого моря (Онежский залив).....	67
<b>Глава 5. Карбонаты марганца в озерных осадках (на примере озер Карелии).....</b>	<b>72</b>
5.1. Железомарганцевые стяжения оз. Пуннус-Ярви .....	72
5.2. Железомарганцевые стяжения оз. Кончозеро .....	96

<b>Глава 6. Изотопно-геохимические закономерности формирования карбонатов марганца в современных осадках .....</b>	<b>102</b>
--	------------

<b>ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. Генетические модели марганцевого рудогенеза .....</b>	<b>107</b>
--	------------

<b>Глава 7. Генетические типы и классификация месторождений марганца...</b>	<b>107</b>
---	------------

<b>Глава 8. Модельные примеры формирования месторождений марганца ....</b>	<b>113</b>
--	------------

8.1. Осадочно-диагенетические месторождения .....	114
8.1.1. Никопольский марганцеворудный бассейн .....	114
8.1.2. Мангышлакское месторождение .....	143
8.1.3. Марганцевые месторождения Грузии (на примере Чиатурского и Квирильского месторождений) .....	166
8.1.4. Безмошицкое рудопоявление (Предтимање).....	213
8.1.5. Осадочно-диагенетические месторождения марганца разных районов мира .....	223
8.2. Месторождения гидротермально-осадочного и гидротермального генезиса .....	254
8.2.1. Гидротермально-осадочные месторождения Южного Урала.....	256
8.2.2. Парнокское месторождение железо-марганцевых руд.....	286
8.2.3. Месторождения гидротермально-осадочного генезиса других районов.....	301
8.2.4. Гидротермальные месторождения марганца.....	307
8.3. Эпигенетические (катагенетические) месторождения .....	310
8.3.1. Месторождение-супергигант – марганцеворудное поле Калахари (Северный Кейп, ЮАР) .....	310
8.3.2. Улутелякское месторождение марганца .....	336
8.3.3. Карбонаты марганца рудопоявлений Пай-Хоя .....	351
8.3.4. Месторождения рифовых фаций.....	364
8.4. Железомарганцевые месторождения железисто-кремнистых формаций .....	388
8.5. Метаморфизованные месторождения марганца.....	390
8.6. Месторождения кор выветривания .....	394

<b>Глава 9. Изотопные особенности образования марганцевых пород и руд ....</b>	<b>404</b>
--	------------

<b>ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. Главнейшие эпохи и фазы накопления марганца. Эволюция марганцевого рудогенеза в истории Земли .....</b>	<b>413</b>
---	------------

<b>Глава 10. Главнейшие периоды и эпохи накопления марганца в истории Земли .....</b>	<b>416</b>
---	------------

10.1. Архейский металлогенический период (3500–2500 млн. лет) .....	416
10.2. Протерозойский металлогенический период (2500–550 млн. лет).....	421
10.2.1. Ранне-среднепротерозойская эпоха (2500–1000 млн. лет).....	421

---

10.2.2. Позднепротерозойская (непротерозойская) эпоха (1000–550 млн. лет) .....	426
10.3. Фанерозойский металлогенический период (эон) .....	430
10.3.1. Ранне-среднепалеозойская эпоха (Сm-D) .....	430
10.3.2. Позднепалеозойская эпоха (С-P) .....	431
10.4. Мезо-кайнозойская марганцеворудная эпоха (Т-Pg) .....	435
<b>Глава 11. Эволюция марганцевого рудогенеза в истории Земли .....</b>	<b>441</b>
<b>Глава 12. Роль биосферы в рудогенезе марганца в геологической истории Земли.....</b>	<b>447</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>453</b>
<b>Приложение. Методика подготовки проб к изотопному анализу углерода и кислорода .....</b>	<b>455</b>
П.1. Способы разложения карбонатов до газообразной CO <sub>2</sub> .....	456
П.2. Подготовка проб карбонатов марганца к изотопному анализу разными методами и их сравнение .....	458
П.3. Подготовка проб Fe-Mn-оксидных стяжений оз. Пуннус-Ярви к изотопному анализу углерода и кислорода.....	470
<b>Литература .....</b>	<b>473</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросам геохимии марганца, закономерностям размещения марганцевых месторождений, составу марганцевых руд и условиям их образования посвящена обширная научная литература (более 5 тыс. наименований). Общеизвестны в этом отношении труды В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, А.Г. Бетехтина, Н.С. Шатского, Н.М. Страхова, С. Роя. Существенный вклад в выяснение природы месторождений марганцевых руд внесли исследования И.М. Варенцова, К.Ф. Парка, Дж. Оствальда, Б. Болтона, Ф. Вебера, Н. Бюкса, Дж. Гутцмера, Г.С. Дзоценидзе, Д.Г. Сапожникова, Е.А. Соколовой, Л.Е. Штеренберга и многих других отечественных и зарубежных исследователей.

Несмотря на то что накоплен огромный фактический и научный потенциал знаний в области геологии марганца и вещественного состава марганцевых пород и руд, многие вопросы марганцевого рудогенеза до сих пор остаются выясненными не до конца. Это касается, прежде всего, генетических моделей формирования основных промышленных типов марганцевых руд, заключенных в таких месторождениях-гигантах и марганцеворудных бассейнах, как Калахари (ЮАР), группы олигоценовых месторождений Паратетиса (Украина, Грузия, Казахстан, Болгария), Северо-Уральского (Россия), Карпентария (о. Грут-Айленд, Земля Анхерм и др.; Австралия) и других.

Построение тех или иных моделей формирования месторождений любого рудного полезного ископаемого, в том числе и марганцевых руд, изначально предполагает наличие логически завершенной и фактически обоснованной концептуальной основы, включающей в себя решение таких важных вопросов, как источники рудного и нерудного вещества, условия образования (экзогенные: климат, палеогеография, тип палеоводоёма, физико-химические условия и пр.; эндогенные: температура, pH, eH, давление и пр.), а также эволюцию процесса рудообразования во времени (для конкретного месторождения – в частности, в истории становления литосферы Земли – в целом). Разумеется, для разных промышленных типов руд они будут различными.

До сих пор остается открытым также вопрос об основных закономерностях эволюции процессов накопления марганца в породах литосферы на протяжении всей истории формирования Земли. Образование марганцевых пород и руд на протяжении геологической истории происходило неравномерно, и это зафиксировано в эпохах и периодах накопления марганца и обусловлено преобладанием тех или иных механизмов (моделей) марганцевого рудогенеза.

В настоящей работе на основе обобщения имеющихся литературных данных и собственного фактического материала сделана попытка в генетическом аспекте кратко осветить некоторые особенности формирования как самих месторождений марганца, так и основные закономерности марганцевого рудогенеза в истории геологического развития пород литосферы.

Основными типами марганцевых руд разрабатываемых месторождений являются оксидные и карбонатные. Первые из них представляют наибольший практический интерес. Однако основные запасы марганца за исключением браунитовых плотитов месторождений марганцеворудного поля Калахари (ЮАР), заключены в основном в карбонатных породах. Поэтому их изучение несомненно представляет большое практическое значение.

Одним из наиболее информативных прецизионных методов в геологии являются изотопные исследования. Данные по изотопному составу углерода и кислорода в карбонатах марганца во многих случаях позволяют выявить основные закономерности их генезиса и уточнить многие аспекты формирования самих месторождений марганца. Установленные закономерности распределения изотопного состава являются полезными также и при поисках новых месторождений марганца.

Несмотря на то что сегодня детально изучены геология и вещественный состав многих известных и промышленно разрабатываемых месторождений марганца и накоплена колоссальная база изотопных данных, планомерные изотопные исследования в марганцевых рудах до сих пор практически не проводились. Именно этот «пробел» в научной литературе и пытается заполнить автор настоящей работе.

В монографии приведено обобщение изотопных данных для представительной коллекции природных карбонатов марганца, отобранных как из современных осадков озер, морей и океанов, так и непосредственно из известных месторождений марганца стран бывшего СССР (Россия, Украина, Грузия, Казахстан) и стран дальнего зарубежья (Австралия, ЮАР, Гана, Габон, Бразилия и др.). В работе детально охарактеризованы основные генетические типы марганцевых пород и руд и особенности их формирования. Полученные изотопные данные позволили уточнить генетическую классификацию месторождений марганца. Установлено, что марганцеворудный процесс в осадочных толщах не заканчивается на стадии диагенеза, а интенсивно протекает также и позже – на стадии катагенеза (эпигенеза).

Выявленные особенности накопления марганца в стратифере, обусловленные преобладанием тех или иных механизмов (моделей) марганцевого рудогенеза, позволили выделить основные эпохи и периоды накопления марганца в истории развития Земли.

Выполнение изотопных исследований и написание настоящей монографии проводилось при участии и постоянной поддержке моих коллег. Обсуждение изотопных данных на протяжении длительного периода изучения месторождений марганца проходило при непосредственном участии моего учителя заведующего лабораторией геохимии изотопов и геохронологии ГИН РАН проф. В.И. Виноградова, которому автор бесконечно благодарен.

Особую благодарность автор выражает своему коллеге, д.г.-м.н. Б.Г. Покровскому, постоянно оказывавшему на протяжении всего периода научных исследований ценные консультации в области геохимии стабильных изотопов, а также проф. В.Н. Холодову, принимавшему участие в обсуждении полученных результатов.

Автор выражает глубокую признательность коллегам, специалистам в области геологии и геохимии месторождений марганцевых руд и марганценосных осадков, любезно предоставивших для изотопных исследований собственные коллекции: А.И. Брусницыну (СПбГУ), Е.В. Стариковой (СПбГУ), А.Г. Розанову (ИО РАН), В.Н. Свальнову (ИО РАН), Л.Е. Штеренбергу (ГИН РАН), Е.А. Соколовой (ГИН РАН) и Ж.В. Домбровской (ИГЕМ РАН). Автор благодарен А.Ф. Бычу, Ю.В. Миртову, С.М.

Миртовой (ЗапСибГУ, г. Новокузнецк) и Б.А. Горностаю (ИГО «Архангельскгеология», г. Нарьян-Мар) за большую помощь при отборе каменного материала во время проведения полевых работ.

Неоценимую помощь в понимании геологии месторождения-супергиганта марганцеворудного поля Калахари оказали профессора Йоханенбургского университета (ЮАР) Н. Бюкс и Дж. Гутцмер, которым автор выражает искреннюю признательность.

Автор благодарен также Е.В. Покровской (ГИН РАН) за постоянное содействие в выполнении рентгеновских анализов и помощь при интерпретации рентгенограмм, а также М.И. Степанец (ГИН РАН) за выполнение химических анализов.

Автор также выражает искреннюю признательность М.С. Бузуку и М.А. Белокрысу (Inpart Ltd., AfroAsiaMinerals Ltd.), предоставившим возможность посетить важнейшие месторождения марганца Африки, Австралии и Бразилии.

Работа выполнялась в атмосфере сердечной и дружеской поддержки сотрудников лаборатории геохимии изотопов и геохронологии Геологического института РАН: Сулержицкого Л.Д., Рябинина А.Л., Головина Д.И., Герцева Д.И., Буякайте М.И., Драгавцевой Т.И., Макаровой Н.И., Певзнер М.И., Зарецкой Н.Е. и др., которым автор также искренне благодарен.

И наконец, автор бессилен в выборе слов благодарности своему учителю в области геохимии месторождений марганца, бессменному научному рецензенту практически всех научных публикаций по геохимии изотопов месторождений марганца, главному научному сотруднику Геологического института РАН д.г.-м.н. И.М. Варенцову.

На заключительной стадии написания работы научные исследования проводились при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-05-00584-а и Программы Президиума РАН № 27.