

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1. ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ	8
1.1. Методология термодинамического моделирования	8
1.2. Связь древних и современных гидротермальных процессов	12
Глава 2. МЕТОДЫ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	15
2.1. Методы моделирования инфильтрационно- метасоматических процессов	18
2.1.1. Инфильтрационный метасоматоз и его свойства в теории Д.С.Коржинского	18
2.1.2. Метод “степени протекания реакции” Г.Хелгесона	20
2.1.3. Метод проточного ступенчатого реактора	22
2.1.4. Метод многоволнового проточного ступенчатого реактора (МПСР)	26
2.1.5. Непосредственное использование следствий теории Д.С.Коржинского в алгоритмах моделирования инфильтрационного метасоматоза	30
2.2. Моделирование метасоматических процессов в протяженных гидротермальных системах	33

2.3. Моделирование рудоотложения при охлаждении гидротермальных растворов	40
2.3.1. Сценарий охлаждения в закрытой системе	42
2.3.2. Фракционное отложение в проточной системе	44
2.3.3. Сценарий охлаждения со смешением	46
2.4. Заключение	49

Глава 3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНВЕКТИВНОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКОМ ХРЕБТЕ. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СТРОЕНИЕ МОДЕЛИ	51
3.1. Геологическое положение и вещественный состав высокотемпературных гидротерм океана	51
3.1.1. Геологическое положение	52
3.1.2. Состав и свойства рудных построек и гидротермальных растворов	56
3.2. Логическая схема процесса и ее экспериментальное обоснование	80
3.3. Моделирование современного рудообразования в океане – результаты предшествующих исследований	106
3.4. Описание модели	115
3.4.1. Геологическая модель	115
3.4.2. Физико-химическая модель	119
3.4.3. Программное обеспечение моделирования	126

Глава 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКОГО ХРЕБТА	128
4.1. Результаты моделирования нисходящей ветви конвективной системы	128
4.1.1. Модель короткоживущей гидротермальной системы	128
4.1.2. Эволюция состава системы при развитии гидротермального процесса (модель долгоживущей гидротермальной системы)	145
4.2. Метасоматические изменения рудоподводящего канала	150
4.3. Модели рудоотложения	153
4.3.1. Сценарии рудоотложения при охлаждении	153
4.3.2. Сценарий разрастающейся постройки	163
4.4. Верификация результатов моделирования	178
4.5. Заключение	182

Глава 5. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗОТОПНО-ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	185
5.1. Метод Х.Омото и его применение в термодинамических моделях гидротермального процесса	185
5.2. Метод изотопно-химической системы	188
5.3. Изотопные составы серры в океанских сульфидных рудах	193
5.4. Изотопно-химическая модель конвективной гидротермальной системы	204
Глава 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ КИПЕНИЯ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОКЕАНА	214
6.1. Связь кипения и рудообразования. Краткий обзор проблемы	214
6.2. Кипение в гидротермальных системах океана	219
6.3. Расчет термодинамических равновесий в системах с газовой фазой	224
6.3.1. Учет неидеальности газовой фазы	224
6.3.2. Особенности термодинамического описания свойств фаз в модели кипящих гидротермальных систем ..	232
6.3.3. Программное обеспечение	236
6.4. Термодинамическая модель кипения в гидротермах океана	236
6.4.1. Изотермическое кипение раствора в контакте с породой – модель “очага” гидротермальной системы	239
6.4.2. Фазовая сепарация в контакте с породой (открытая система)	245
6.4.3. Адиабатическое охлаждение двухфазного флюида	246
6.4.4. Конденсация двухфазного флюида при быстрой разгрузке и рудоотложение	254
6.4.5. Верификация модели	256
6.5. Заключение	257
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	258
ЛИТЕРАТУРА	269
ПРИЛОЖЕНИЕ	300