

С. П. Масленникова  
В. В. Масленников

Сульфидные трубы  
палеозойских  
«черных курильщиков»



Российская академия наук  
Уральское отделение  
Институт минералогии

Министерство образования РФ  
Южно-Уральский государственный университет

**С. П. Масленникова, В. В. Масленников**

**СУЛЬФИДНЫЕ ТРУБЫ ПАЛЕОЗОЙСКИХ  
«ЧЕРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ»  
(на примере УРАЛА)**

Екатеринбург–Миасс  
2007

УДК 553/41 (470.5)

**Масленникова С. П., Масленников В. В.** Сульфидные трубы палеозойских «черных курильщиков» (на примере Урала). Екатеринбург–Миасс: УрО РАН, 2007. 312 с. (101 ил., 52 табл. в прил.) ISBN 5-7691-1681-1

Представлена минералогическая и геохимическая характеристика сульфидных труб, обнаруженных в палеозойских колчеданных месторождениях Урала. В трубах выявлены закономерные сочетания гидротермально-осадочных, гидротермально-крупстификационных и гидротермально-метасоматических микрофаций, соответствующие микрофациальной зональности труб современных «черных и белых курильщиков». Реконструирована наиболее полная история формирования палеозойских «курильщиков» от стадии нагревания до стадии остывания. Охарактеризован состав акцессорных минералов, среди которых выявлены теллуриды Fe, Co, Hg, Bi, Pb, Ag, сульфоарсениды Co и Fe, сульфиды Cd, Pb, Cu, мышьяковые, сурьмяные и теллуриды сульфосоли Ag, Hg, Cu, самородное золото и теллур, оксиды теллура. Установлено, что теллуридная и сульфоарсенидная минерализация сменяется золото-галенит-сульфосольными ассоциациями в ряду от медно-колчеданных труб к медно-цинково-колчеданным и колчеданно-полиметаллическим в зависимости от степени смешения гидротермальных флюидов и морской воды. В сульфидных трубах Яман-Касинского и Александринского месторождений выявлена геохимическая зональность, отражающая явления гидротермальной дифференциации элементов-примесей на средне-температурную гидротермальную золото-серебро-висмут-молибден-теллурическую и низкотемпературную гидротермально-осадочную золото-серебро-марганец-галлий-мышьяковую ассоциации. Показано, что минимумы концентраций элементов-примесей связаны с интервалами высокотемпературной кристаллизации либо с участками гидротермально-метасоматического «очищения» сульфидов. Открываются новые перспективы для понимания процессов дифференциации элементов-примесей в гидротермально-осадочных системах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 05-05-64532)*

Ответственный редактор: д.г.-м.н., проф. В. В. Зайков

Рецензент: к.г.-м.н. В. П. Молошаг

**Maslennikova S. P., Maslennikov V. V.** Paleozoic «black smoker» sulfide chimneys (after the example of Ural). Ekaterinburg: UB RAS, 2007. 312 p. (101 figures, 52 tables in appendix). ISBN 5-7691-1681-1

Mineralogical and geochemical data are presented for vent chimneys from the Urals Paleozoic massive sulphide deposits. Consistent combinations of hydrothermal-sedimentary, hydrothermal-crustified and hydrothermal-metasomatic microfacies testify about the resemblance of the ancient chimneys to modern «smoker» chimneys. The complete history of the chimneys growth from the heating stage to the cooling one has been reconstructed. Composition of the accessory minerals such as tellurides of Fe, Co, Hg, Bi, Pb, Ag, sulphoarsenides of Co and Fe, sulfides of Cd, Pb, Cu, arsenic, antimony and tellurium sulphosalts of Ag, Hg, Cu, native tellurium and its oxides, and also native gold has been described. The dependence of rare mineral assemblages on composition of main minerals is established. The replacement of tellurides and arsenides by gold-galena-sulphosalts assemblages has been outlined in consistency with suggested increase of seawater mixing with vent fluids. The trace element zonality reflects seafloor partitioning of mid-temperature hydrothermal Au-Ag-Bi-Mo-Te and low-temperature hydrothermal-sedimentary Au-Ag-Mn-Tl-As associations. The trace element depletions are related to higher temperature zones and also appear to be due to hydrothermal refining processes. The new areas for understanding of mineralogical and geochemical differentiation in hydrothermal-sedimentary systems have been anticipated.

*This research has been carried out due to financial support from Russian Foundation of Fundamental Investigations (project 05-05-64532)*

Editor-in chief – Doctor of geol.-min. sciences, Prof. V. V. Zaykov

Reviewer – PhD V. P. Moloshag

М  $\frac{(07)}{8P6(03)1998}$  П

© С. П. Масленникова, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И СТРОЕНИЕ СУЛЬФИДНЫХ ПОСТРОЕК «ЧЕРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ» .....	9
1.1. Современные сульфидные постройки .....	9
1.2. Геологическая позиция колчеданных месторождений Урала .....	14
1.3. Яман-Касинское месторождение .....	18
1.4. Валенторское месторождение .....	24
1.5. Сафьяновское месторождение .....	26
1.6. Александринское месторождение .....	31
ГЛАВА 2. СТРОЕНИЕ ТРУБ ПАЛЕОЗОЙСКИХ «ЧЕРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ» .....	36
2.1. Яман-Касинское месторождение .....	36
2.2. Валенторское месторождение .....	43
2.3. Сафьяновское месторождение .....	46
2.4. Александринское месторождение .....	50
2.5. Микрофации палеогидротермальных труб .....	54
2.6. Модель роста труб палеозойских «черных курильщиков» .....	56
ГЛАВА 3. АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ СУЛЬФИДНЫХ ТРУБ .....	61
3.1. Позиция акцессорных минералов в сульфидных трубах .....	62
3.2. Теллуриды и сульфотеллуриды .....	64
3.3. Сульфоарсениды .....	70
3.4. Сульфосоли .....	72
3.5. Сульфиды .....	74
3.6. Самородные элементы .....	77
3.7. Оксиды .....	79
3.8. Сульфаты .....	80
3.9. Минеральные ассоциации в сульфидных трубах .....	80
ГЛАВА 4. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ТРУБ .....	85
4.1. Методы исследований .....	85
4.2. Геохимическая зональность труб .....	87
4.3. Типохимизм сульфидов .....	108
4.4. Ассоциации химических элементов .....	119
4.5. Геохимическая специализация палеогидротермальных труб .....	126
4.6. Изотопный состав серы в сульфидах .....	129
ГЛАВА 5. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СУЛЬФИДНЫХ ТРУБ ПАЛЕОЗОЙСКИХ «ЧЕРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ» .....	135
5.1. Палеотемпературные условия .....	135
5.2. Фугитивность серы .....	141
5.3. Фугитивность теллура .....	142
5.4. Фугитивность кислорода и окисленность растворов .....	145
5.5. Кислотность .....	146
5.6. Факторы минералообразования .....	146
5.7. Факторы концентрирования элементов-примесей .....	150
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	157
Список литературы .....	161
Приложение 1 (фото) .....	177
Приложение 2 (таблицы) .....	233