

Техника и технологии  
Engineering & Technologies

Редакционный совет

академик РАН Е.А.Ваганов  
академик РАН И.И.Гительзон  
академик РАН В.Ф.Шабанов  
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат.наук  
А.Г.Дегерменджи  
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат. наук  
В.Л.Миронов  
чл.-к. РАН, д-р техн. наук  
Г.Л.Пашков  
чл.-к. РАН, д-р физ.-мат. наук  
В.В.Шайдуров  
член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук  
В. В. Зуев

Editorial Advisory Board

*Chairman:*

Eugene A. Vaganov

*Members:*

Kirill S. Alexandrov  
Josef J. Gitelzon  
Vasily F. Shabanov  
Andrey G. Degermendzhy  
Valery L. Mironov  
Gennady L. Pashkov  
Vladimir V. Shaidurov  
Veniamin S. Sokolov

Editorial Board:

*Editor-in-Chief:*

Mikhail I. Gladyshev

*Founding Editor:*

Vladimir I. Kolmakov

*Managing Editor:*

Olga F. Alexandrova

Executive Editor for Engineering &  
Technologies:

Vitaly S. Biront

CONTENTS / СОДЕРЖАНИЕ

**Viktor V. Onufrienok and Anatoly M. Sazonov**

Pilot Study of Isothermal Crystallization of Goethite from  
Metastable Synthetic Pyrrhotite

— 123 —

**В.Г. Ломаев, С.С. Сердюк**

Чукотское месторождение ниобий-редкоземельных руд  
— приоритетный объект для модернизации редкометаллической  
промышленности России

— 132 —

**А.И. Худякова, О.В. Войлошников, Е.В. Кислов**

Пути повышения рационального природопользования на  
примере Северо-Байкальского рудного района

— 155 —

**К.Б. Бакин, О.Н. Симакова, П.В. Поляков,  
Ю.Г. Михалев, Д.А. Симаков, А.О. Гусев**

Электропроводность электролитов-суспензий системы  $\text{NaF-}$   
 $\text{AlF}_3\text{-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

— 162 —

**А.Т. Денисова, О.В. Кучумова, В.М. Денисов,  
Г.М. Зеер, И.В. Гриценко**

Контактное взаимодействие расплавов  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$  с золотом  
и серебром

— 170 —

Редактор **И.А. Вейсиг**

Корректор **Т.Е. Бастрыгина**

Компьютерная верстка **И.В. Гревцовой**

Подписано в печать 19.04.2011 г. Формат 84x108/16. Усл. печ. л. 9,7.  
Уч.-изд. л. 9,2. Бумага тип. Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ 3500.  
Отпечатано в ПЦ БИК СФУ. 660041 Красноярск, пр. Свободный, 82а.

**Editorial board for Engineering & Technologies:**

Yury D. Alashkevich  
Viktor G. Anopchenko  
Sergey M. Geraschenko  
Gennadiy I. Gritsko  
Lev V. Endjievsky  
Sergey V. Kaverzin  
Vladimir A. Kulagin  
Sergey A. Mikhaylenko  
Vladimir V. Moskvichev  
Anatoli M. Sazonov  
Vasiliy I. Panteleev  
Sergey P. Pan'ko  
Peter V. Polyakov  
Viktor N. Timofeev  
Galina A. Chiganova  
Oleg Ostrovski  
Harald Oye

*Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-28-722 от 29.06.2007 г.*

Серия включена в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» (редакция 2010 г.)

**Artem V. Khodyaev, Anatoliy P. Shevyrnogov,  
Galina S. Vysotskaya and Olga S. Kozikova**  
Using Moving Variance Method to Detect Ocean Currents from Space

— 179 —

**А.М. Сержантов, К.В. Лемберг**  
Исследование управляемого сверхвысокочастотного жидкокристаллического фазовращателя

— 185 —

**С.Ю. Гуськов**  
Разработка математической модели неустановившегося поворота гусеничного лесопогрузчика перекидного типа класса 25 кН

— 193 —

**М.В. Носков, К.В. Симонов, С.В. Кириллова**  
Оценка риска и ущерба от наводнений на основе нечетких множеств

— 200 —

**Ю.В. Удалова, А.И. Легалов, Н.Ю. Сиротинина**  
Методы отладки и верификации функционально-поточковых параллельных программ

— 213 —

**К.В. Соловьева, А.И. Демченко,  
Ю.Г. Новосельцев, А.Н. Шмарловский**  
Математическое моделирование электрических и тепловых полей при односторонней контактной точечной сварке

— 225 —

**К юбилею Александра Федоровича Шиманского**

— 235 —

**К 85-летию Наия Хайбулловича Загирова**

— 237 —

УДК 548.6:549.322.21:549.521.5

## Pilot Study of Isothermal Crystallization of Goethite from Metastable Synthetic Pyrrhotite

Viktor V. Onufrienok\* and Anatoly M. Sazonov

Siberian Federal University,  
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041 Russia <sup>1</sup>

Received 5.04.2011, received in revised form 12.04.2011, accepted 19.04.2011

*The crystal structure and the phase composition of synthesized pyrrhotite after its endurance in the atmosphere of the Earth for 29 years at temperature about 20°C have been studied using the methods of X-ray structural analysis. Pyrrhotite contained goethite which was absent in initial samples. The analysis of the experimental facts allows to assume that goethite originated from pyrrhotite in a metastable phase. The regularity of goethite formation depending on the percentage of troilite and also on the sulphur and iron ratio in samples has been investigated. The diagram of goethite – troilite phase ratio has been constructed. The theoretical model of phase transition of pyrrhotite into goethite is offered. Good conformity of the calculated curve of the goethite – troilite phase ratio diagram with the experimental one has been obtained. The calculations done in the offered model of secondary quantization cohere well enough with the similar calculations done within the model of a molecular field.*

*Keywords: pyrrhotite, goethite, crystal structure, phase composition, synthesis, metastable state.*

### Introduction

Nowadays the interest to the minerals containing the hydroxyl group (OH) in their structure has increased significantly. Goethite  $FeO(HO)$ , hydronium  $Fe(SO_4)_2(OH) \cdot 2H_2O$ , parabutlerite  $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$  etc. can serve as examples of such minerals. This interest can be explained by the fact that their formation is supposed to be connected with hydrothermal metasomatic processes. Such processes are widely developed in volcanic zones on dry land and in oceans. Studying of natural minerals in such zones is actual from the point of view of theoretical and practical geology. It should be noted that the oxidation processes of multi-component alloys have their own features [1]. Ocean pools contain large volumes of valuable mineral resources. In particular, iron-manganese concretions and sulphide accumulations with gold and platinoid admixtures in the formations of black smokers are of practical interest. Necessity of detailed study of formation processes for such minerals is obvious, however, they should be divided in, at least, two sections. The first section is studying minerals of ore masses directly in the process of primary ores formation, which, as a rule, are in a metastable phase. The second section of the research is studying the transformation of minerals during ores oxidation, and transition of metastable minerals into the stable phase. One of the minerals being formed in

\* Corresponding author E-mail address: VOnufriynok@sfu-kras.ru

<sup>1</sup> © Siberian Federal University. All rights reserved