

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Коноваловой Натальи Сергеевны
«Микросферулы в породах и рудах Поперечного, Костеньгинского и Кайланского
железородных (с марганцем) месторождений Малохинганского рудного района»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 1.6.3. – Петрология, вулканология**

Диссертационная работа Н.С. Коноваловой выполнена в ИТиГ ДВО РАН и представляет собой, на мой взгляд, весомый вклад в развитие представлений о генезисе комплексных железородных и железо-марганцевых месторождений, а также в изучение физико-химических процессов формирования микроскопических сферических образований в природных геологических системах.

Как сотрудник Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН (ИТПМ СО РАН), в котором ведутся исследования в области механики жидкости, газа и плазмы, а также разрабатываются технологии на основе микросферических структур, я хотел бы отметить высокую актуальность и междисциплинарную значимость представленного исследования.

Научная новизна и фундаментальная значимость

Автореферат демонстрирует четкий системный подход к изучению микросферул различного состава (силикатных, железо-оксидных, Cu-Ag-Au и смешанных). Особый интерес с точки зрения физической механики представляют выводы об условиях образования этих объектов:

- **Эксплозивные процессы и диспергирование расплавов:** В работе убедительно показано, что силикатные и железо-оксидные микросферулы являются застывшими каплями расплава, образовавшимися в процессе эксплозивной деятельности. Это напрямую пересекается с задачами механики многофазных потоков, где ключевыми являются вопросы диспергирования жидких фаз в газовой среде, коагуляции и быстрого охлаждения. Результаты Н.С. Коноваловой предоставляют уникальный природный «экспериментальный материал» для верификации моделей поведения высокотемпературных расплавов в экстремальных условиях.
- **Роль атмоэлектрогенных явлений:** Упоминание роли атмоэлектрогенных процессов в формировании микросферул открывает интересное направление на стыке геофизики и физики плазмы. Для специалистов ИТПМ СО РАН, занимающихся вопросами взаимодействия плазмы с веществом и газовыми потоками, эти данные представляют ценность как пример природных высокотемпературных процессов, приводящих к образованию специфических микроструктур.
- **Быстрая кристаллизация и закалка:** Исследование медь-золото-серебряных микросферул, образовавшихся при экстремально быстром охлаждении (закалке) из глубинных восстановленных расплавов, демонстрирует важность кинетических факторов в формировании фазового состава. Это перекликается с задачами материаловедения и термодинамики неравновесных процессов, которые также рассматриваются в контексте механики сплошных сред.

Практическая значимость и технологические параллели

Хотя работа носит фундаментальный геолого-петрологический характер, ее результаты имеют потенциал для технологических приложений, что особенно близко исследовательской повестке ИТПМ СО РАН:

- **Природные аналоги технологических микросфер:** В ИТПМ СО РАН активно разрабатываются технологии использования полых стеклянных микросфер для мембранно-сорбционного выделения гелия из природного газа. Изучение природных силикатных микросферул, их внутренней структуры, наличия газовых полостей и условий формирования может дать новые идеи для синтеза искусственных микросфер с заданными свойствами. Понимание того, как природа формирует однородные сферические частицы с контролируемой пористостью и составом в результате вулканических процессов, потенциально может быть полезно для оптимизации технологических процессов получения функциональных микросфер.
- **Моделирование процессов:** Методы анализа морфологии и внутренней структуры микросферул, примененные автором, могут быть адаптированы для контроля качества синтетических микросфер, используемых в технических целях.

Качество исследования и методология

Диссертационная работа судя по автореферату отличается высоким уровнем методической проработки. Использование комплекса современных методов (сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионный микроанализ, масс-спектрометрия) позволило автору получить достоверные данные о составе и структуре микросферул. Четкая классификация выделенных типов микросферул и обоснование механизмов их образования свидетельствуют о глубоком понимании диссертантом физических и химических процессов, протекающих в магматических и гидротермальных системах.

Заключение

Работа Н.С. Коноваловой является ярким примером успешного применения методов естественных наук для решения сложных геологических задач. Она не только расширяет представления о генезисе Малохинганских месторождений, но и предоставляет ценный материал для смежных областей науки, включая физику высоких температур, механику многофазных сред и материаловедение.

Связь между природными процессами формирования микросферул в вулканических системах и технологическими аспектами создания и применения микросферических структур делает эту работу интересной для специалистов ИТПМ СО РАН. Результаты исследования могут стимулировать дальнейшее междисциплинарное сотрудничество между геологами и учеными в области механики жидкости, газа и плазмы.

Диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор – Наталья Сергеевна Коновалова продемонстрировала высокий уровень научной квалификации и способность к самостоятельному проведению сложных исследований. Рекомендую диссертацию к защите.

Бойко Андрей Владиславович

Член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук (01.02.05. – механика жидкости, газа и плазмы), главный научный сотрудник, заведующий лабораторией аэрофизических исследований дозвуковых течений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А.

Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН)
Россия, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская 4/1,
ИТПМ СО РАН, лаборатория аэрофизических исследований дозвуковых течений
Тел.: +7 (383) 330-42-68; e-mail: boiko@itam.nsc.ru

Я, Бойко Андрей Владиславович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

15 сентября 2026 г.

М.П. Бойко А.В.



Собственноручную подпись	<i>Бойко А.В.</i>
удостоверяю	<i>Лисов А.М.</i>
Зав. канцелярией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук	