

Критические соотношения флюидсодержащей верхней мантии: взаимодействие надкритических флюидорасплавов с перидотитом

Н. С. Горбачев, А. Н. Некрасов
 Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка
gor@iem.ac.ru, факс: (8-49652) 44-425, тел.: (8-49652) 2-58-80

Ключевые слова: эксперимент, перидотит, флюид, мантия, давление

Ссылка: Горбачев, Н. С., А. Н. Некрасов (2011), Критические соотношения флюидсодержащей верхней мантии: взаимодействие надкритических флюидорасплавов с перидотитом, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6022, doi:10.2205/2011NZ000152.

Введение. Процессы мантийного магмообразования протекают при участии флюидов. Флюиды оказывают эффективное влияние на фазовые соотношения и плавление мантии. В зависимости от P-T силикатные флюидсодержащие системы могут находиться в докритических и надкритических условиях. Существование критических соотношений обусловлено высокой взаимной растворимостью флюида в силикатном расплаве и силикатов во флюиде с увеличением P и T. При критических P и T наблюдается полная смесимость между расплавом и флюидом, а во второй конечной критической точке – между ликвидусными фазами, расплавом и флюидом (рис. 1).

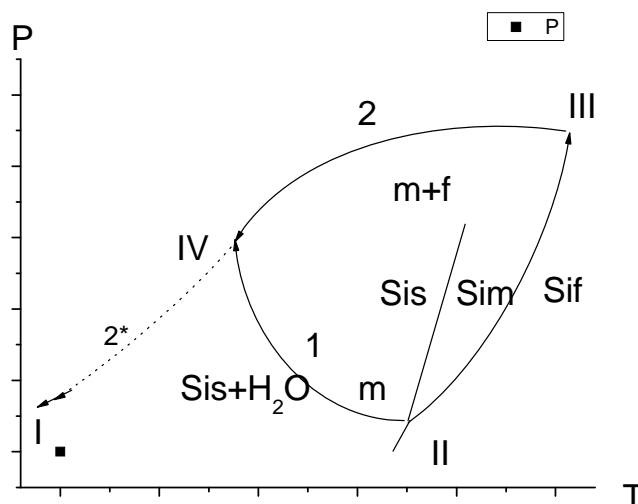


Рис. 1. Схематическая T-P диаграмма силикат Si-H₂O. 1-водонасыщенный солидус силиката, 2-критическая линия – P-T-X тренд критических точек, стабильная часть которой заканчивается второй конечной критической точкой IV (second critical end point) на пересечении водонасыщенного солидуса 1. s – твердое, m – расплав, f – флюид.

С целью изучения особенностей фазового состава флюидсодержащей мантии при плавлении в докритических и надкритических P-T была изучена система перидотит-базальт-флюид в интервале 1250-1450°C, 1.5-4 ГПа. Тестом перехода системы в надкритическое состояние служили особенности фазовых соотношений и текстуры закалочных экспериментальных образцов.

Аппаратура и методика. Эксперименты проводились в ИЭМ РАН на твердофазовой аппаратуре типа ЦП и НЛ. Использовалась методика прямого плавления исходного перидотита в насыщенных железом Pt ампулах и многоампульная методика с Pt и перидотитовой ампулами.

Результаты. Выявлены существенные различия фазовых соотношений и структуры экспериментальных образцов в зависимости от P и состава флюида. Впервые приводятся результаты взаимодействия надкритических флюидорасплавов с перидотитом.

Докритические P - T условия. При частичном плавлении перидотита закалочные образцы характеризуются массивной структурой, обусловленной тем, что силикатное стекло - закалочный силикатный расплав, цементирует силикатные и оксидные (ликвидусные) минералы. В экспериментах с перидотитовой ампулой стекло заполняет внутренний объем ампулы. Образование закалочных фаз, несмешиваемых расплавов (сульфидных, карбонатных) не изменяют массивную структуру образца. Фазовый состав представлен равновесной ассоциацией рстит (перидотит)+расплав или неравновесными закалочными фазами – клинопироксен+стекло (рис. 2 а-в).

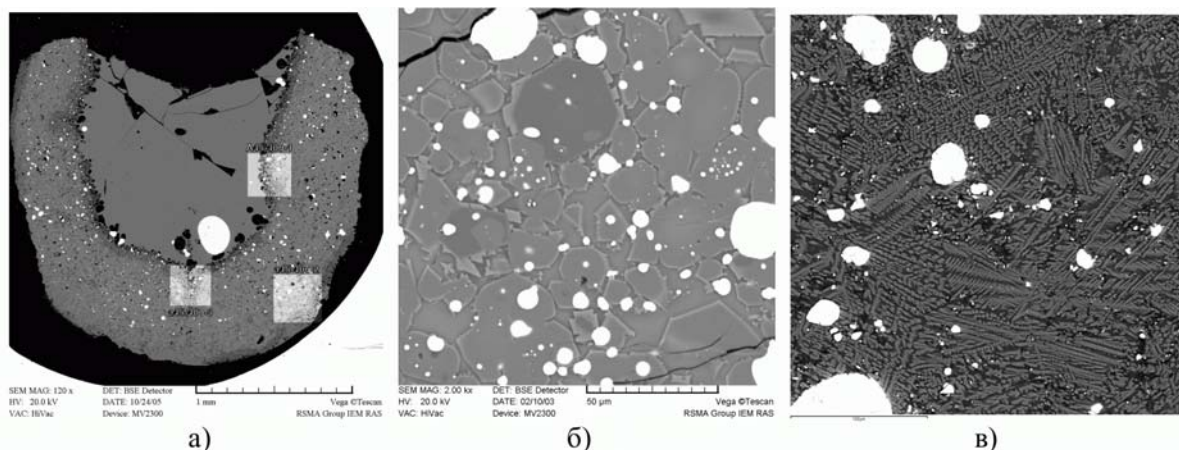


Рис. 2. Микрофотография полированных шлифов экспериментальных образцов во вторичных электронах. Система перидотит-базальт- H_2O+CO_2 , докритические T - P условия: а – метод перидотитовой ампулы; б – частичное плавление перидотита. $T=1400^\circ C$, $P=4$ GPa; в – щелочно-оливиновый базальт (эклогит)- H_2O+CO_2 . $T=1400^\circ C$, $P=4$ GPa.

Надкритические T - P условия. Метод перидотитовой ампулы. Наблюдается полная, при P - T второй критической точки, (рис. 3 б) или частичная (рис. 4 а-г) дезинтеграция экспериментальных образцов. Фазовый состав представлен неравновесной ассоциацией, состоящей из смеси микролитов силикатных минералов, оксидов и их сростков игольчатой, дендритовой формы, с глобулями Al-Si стекла, сульфидов (рис.3, 4).

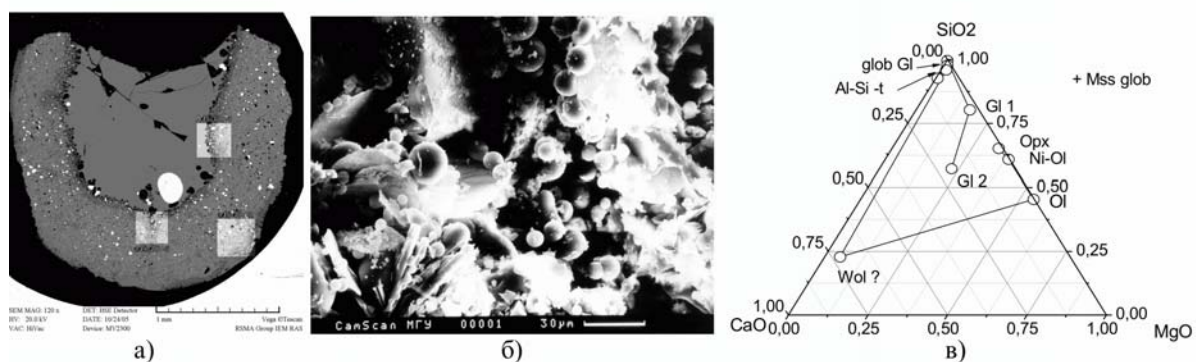


Рис. 3. Микрофотография полированных шлифов экспериментальных образцов во вторичных электронах. Система перидотит-базальт-летучий. $T=1400^\circ C$, $P=4$ GPa: а – с H_2O+CO_2 , докритические условия, сохраняется исходное строение образца; б - та же система с H_2O флюидом, надкритические условия. Наблюдается полная дезинтеграция и перидотита и базальта исходного образца после опыта, свидетельствующее о достижении второй конечной критической точки second critical end point при $1400^\circ C$, 4 GPa [Горбачев, 2000]; в – фазовый состав.

При частичном плавлении флюидсодержащего перидотита при P - T - X условиях, отвечающим критической линии – критические соотношения могут достигаться только между

ГОРБАЧЕВ И НЕКРАСОВ: НАДКРИТИЧЕСКИЕ ФЛЮИДРАСПЛАВЫ И ПЕРИДОТИТ

расплавом и флюидом. При этом надкритический флюидорасплав взаимодействует с перидотитом. Взаимодействие надкритического флюидорасплава с перидотитом наблюдалось в системе перидотит-базальт-сульфид-щелочно-водно-карбонатный флюид при 1400°C, 4 ГПа (рис.4 а-г). Внутренняя часть перидотитовой ампулы заполнена продуктами закалки базальтового флюидорасплава. Закалочный материал представлен рыхлой смесью микролитов силикатов, карбонатов, сульфидных и алюмо-силикатных микроглобулей (рис. 3 а, б). Отсутствие межзернового расплава приводит к разрушению внешней перидотитовой ампулы. Реакционные соотношения между рститом Ol-Orx-CaCrx состава и KCrx, карбонатом, присутствие закалочных фаз - флогопита, Al-Si глобуль обусловлены взаимодействием надкритического флюидорасплава с минералами рститита (рис. 4 в-д).

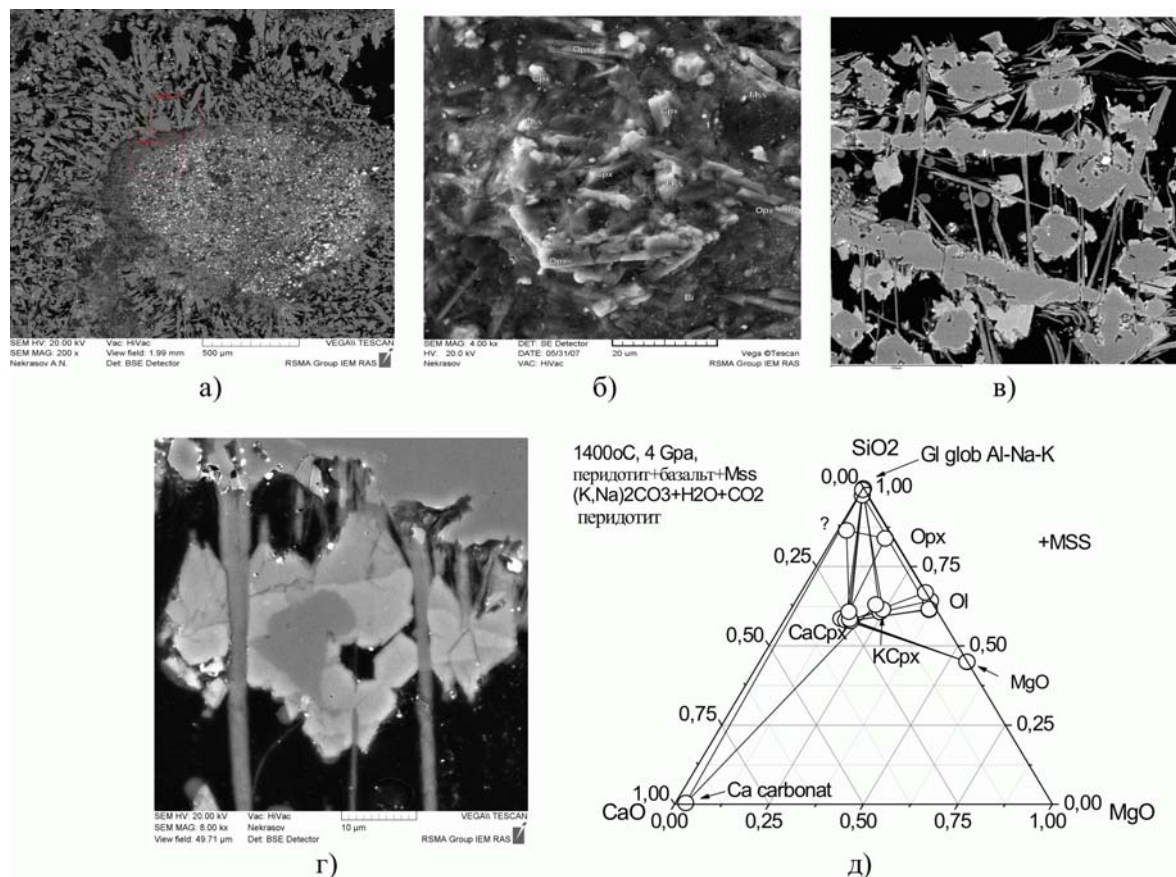


Рис. 4. Микрофотография полированных шлифов экспериментальных образцов во вторичных электронах. а – перидотитовая ампула; б – внутренняя ее часть, заполненная продуктами закалки базальтового флюидорасплава; в, г – перидотитовая ампула. Наблюдается полная дезинтеграция перидотита; д – фазовый состав.

Система перидотит–H₂O. Взаимодействие надкритических флюидорасплавов с перидотитом. В системе перидотит–H₂O при 1100-1200°C, 4.0 ГПа при малых степенях плавления перидотита критические соотношения достигаются между надликвидусными щелочно-силикатными расплавами и водным флюидом. Взаимодействие надкритического водно-базальтового флюидорасплава с перидотитом приводит к формированию закалочных «брекчий» с характерной «галечной» структурой. Образцы состоят из изолированных окатанных реликтов рститита перидотита Ol, Orx, Crx состава с новообразованным цементом гранат-клинопироксенового состава (рис. 5 а, б).

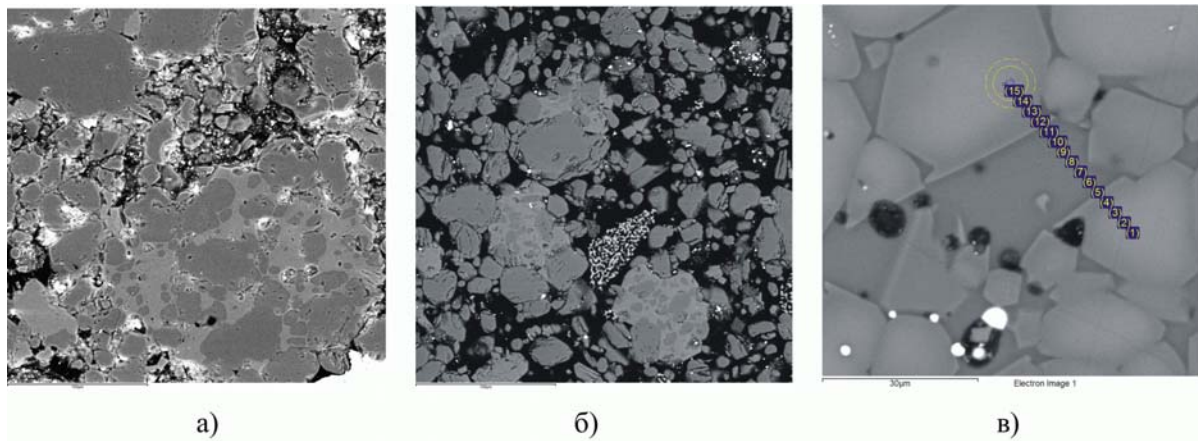


Рис. 5. Микрофотография полированных шлифов экспериментальных образцов во вторичных электронах. Система перидотит- H_2O . Взаимодействие надкритических флюидорасплавов с перидотитом: а - $1100^\circ C$; б - $1000^\circ C$; Деструкция перидотита, «галечная» структура. Для сравнения - в – вид образца при частичном плавлении H_2O+CO_2 -содержащего перидотита при докритических Р-Т условиях, $1400^\circ C$, 4 ГПа.

Отсутствие признаков частичного плавления, аномальный фазовый состав и структура образцов, растворение реликтовых минералов перидотита, образование реакционных кайм, закалочных фаз свидетельствуют о плавлении перидотита в надкритических условиях, а реакционные соотношения – о высокой реакционной способности надкритических флюидорасплавов.

Работа была выполнена при поддержке РФФИ, Грант 09-05-01131.

Литература

Горбачев, Н. С. (2000) Надкритическое состояние в водосодержащей мантии (по данным экспериментального изучения флюид-содержащего перидотита при $P=40$ кбар, $T=1400^\circ C$), *ДАН, Том. 371, № 3*, стр. 362-365.