

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Петрушиной Марии Юрьевны на тему «Система  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ): синтез, химические и структурно-фазовые превращения при воздействии температуры и давления», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 - Неорганическая химия

Материалы, обладающие отрицательным коэффициентом термического расширения (КТР), вызывают высокий научный и практический интерес со стороны исследователей. На сегодняшний день хорошо изучены системы  $AM_2O_8$  ( $A=Zr, Hf, M=W, Mo$ ), обладающее изотропным отрицательным КТР в широком интервале температур. Однако твердые растворы  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  представляют не меньший интерес с точки зрения практического использования. Несмотря на достаточное количество научных работ в данном направлении, существует недостаток систематических исследований о структурно-фазовых превращениях, протекающих в системе  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  при внешнем воздействии (температура, давление и т.д.). Таким образом, диссертационная работа Петрушиной М.Ю., посвященная разработке способа получения сложной оксидной системы  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  с широкой областью гомогенности, а также изучению химических и структурно-фазовых превращений, протекающих при приложении температуры и давления, является актуальной.

Достижение цели исследования обеспечивалось реализацией следующих поставленных задач: выбор схемы получения сложной оксидной системы  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ), изучение химических превращений, протекающих при получении  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ) из соединений прекурсоров, исследование структурно-фазовых превращений, протекающих в системе  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ) под действием температуры и давления, оценка КТР, получение керамических композитов  $(ZrO_2-Al_2O_3)-ZrW_2O_8$  и изучение их физико-механических свойств.

Представленные в автореферате научная и практическая значимость выполненных исследований базируются на разработке энергоэффективного способа получения твердых растворов  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  с широкой областью гомогенности, а также получении детальной информации о химических и структурно-фазовых превращениях, протекающих в системе  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ) при приложении температуры и давления. Полученные материалы могут быть использованы при разработке композиционных материалов в качестве компенсаторов теплового расширения композитов либо упрочняющей фазы.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном и методическом уровне с применением современного оборудования. Привлечение современных аналитических методов исследования (*in situ* высокотемпературный РФА, ТГ-ДСК, РЭМ, *in situ* дифрактометрия синхротронного излучения при повышении температуры и давления) позволило получить достаточно полную информацию о структуре, фазовых превращениях и свойствах системы  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$ , установить основные закономерности формирования твердых растворов, изучить их поведение под действием температуры и давления. Выводы работы обоснованы, непосредственно вытекают из результатов экспериментальных исследований.

В качестве замечаний, не умаляющих научной и практической значимости работы, можно отметить следующее:

1. В автореферате не рассмотрены возможные причины различного поведения твердых растворов  $ZrW_{2-x}Mo_xO_8$  ( $0 \leq x \leq 2$ ) под действием температуры и давления.
2. С точки зрения практического применения интересно знать, как изменялась величина КТР для системы  $ZrW_2Mo_2O_8$  при приложении давления до 2 ГПа.

Актуальность, научная и практическая значимость проведенных исследований не вызывает сомнений. Результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и апробированы на российских и международных конференциях. Диссертационная работа Петрушиной Марии Юрьевны является завершённым научным

исследованием, выполнена на высоком уровне, соответствует требованиям п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 «Неорганическая химия».

Заместитель директора по научной работе,  
Заведующий лаборатории физической  
мезомеханики и неразрушающих методов  
контроля

Профессор, доктор технических наук (01.04.07 –  
физика конденсированного состояния)  
e-mail: sbuyakova@ispms.ru, тел.: (3822) 286-851.

Светлана Петровна Буюкова

Научный сотрудник лаборатории физической  
мезомеханики и неразрушающих методов  
контроля Института физики прочности и  
материаловедения СО РАН

Кандидат технических наук (05.16.09 –  
материаловедение (машиностроение)),  
e-mail: lsdedova@yandex.ru, тел.: (3822) 286-703

Елена Сергеевна Дедова

Согласны на обработку персональных данных.

24.08.2021 г.

Подписи С.П. Буюковой и Е.С. Дедовой удостоверяю:

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН



И.Ю. Матолыгина

Федеральное государственное  
и материаловедения Сибирск  
Томск, пр. Академический 2/4

Институт физики прочности  
и материаловедения, 634055, Россия, г.