

Испытания на износостойкость показали, что образцы и в литом и в термообработанном состоянии не уступают быстрорежущей стали (табл.1).

Таблица 1 – Относительная износостойкость образца при испытании на абразивный износ. Эталонный образец – сталь Р6М5.

Зерно абразива, мкм	Литое состояние	Закалка	Закалка + отпуск
100	0,89	0,87	1,17
500	0,60	0,32	0,87

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый материал, имеющий высокую износостойкость, состава Fe-Cr-Ni-Ti-C-B.
2. Показана возможность целенаправленного формирования градиента концентрации упрочняющих частиц в новом материале, при его литье с центробежными перегрузками.
3. Предложена математическая модель, объясняющая зависимость скорости горения от центробежных перегрузок при СВС в плавящихся конденсированных смесях.
4. Предложена математическая модель, объясняющая формирование градиентной структуры слитка в условиях центробежных перегрузок.

Список использованных источников

1. Устройство для центробежного литья металлоизделий и наплавки покрытий: Пат. 2889U Респ. Беларусь, МПК7 В 22 D 13/06, 19/00 / В.В. Клубович, М.М. Кулак, В.Г. Самолетов; заявитель Институт техн. акустики – № u 20050826, заявл. 22.12.05; опубл. 30.06.06 // Нац. центр інтэлектуал. уласнасці; Афіцыйны бюл. – 2006. – №3. – С.166.
2. Клубович В.В., Кулак М.М., Платонов Л.Л., Румянцева И.Н., Самолетов В.Г. Получение материалов с градиентным распределением упрочняющих частиц методом СВС-литья // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, серыя фіз.-тэхн. навук, 2006. – №3. – С. 11-16.

УДК 538.911

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ К БИАКСИАЛЬНЫМ КРИСТАЛЛАМ

А.С. Федорова, А.А. Корниенко

Стимулированное Рамановское рассеивание используется для преобразования длины волны лазерного излучения к диапазону оптимального для приложений. Среди многочисленных рамановских кристаллов, таких как PbWO_4 , CaWO_4 , $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$, $\text{NaBi}(\text{WO}_4)_2$ биаксиальный кристалл $\text{La}_2(\text{WO}_4)_3$ представляется перспективным, так как он обладает большим коэффициентом (37%) рамановского преобразования частоты и легко может быть активирован трехвалентными лантаноидами. В работе [1] выполнены всесторонние исследования спектроскопических характеристик этого кристалла, активированного ионами Pr^{3+} . При этом установлено, что кристалл обладает сильной оптической анизотропией. Измеренные экспериментально силы линий межмультиплетных переходов для трех принципиальных направлений существенно отличаются друг от друга. В работе [1] результаты для каждого принципиального направления обработаны по теории Джадда-Офельта [2,3] и по модифицированной теории [4]. Однако такие вычисления нельзя признать корректными, так как обе теории применимы только для изотропных сред.

В связи с этим в данной работе предварительно выполнено усреднение экспериментальных данных для разных принципиальных направлений, сделан переход к ква-

зиизотропному кристаллу, и после применения различных моделей интенсивностей межмультиплетных переходов сделан вывод о наиболее адекватной модели.

Для описания интенсивности абсорбционных и люминесцентных переходов наиболее широкое применение получил метод Джадда-Офельта. Согласно этому методу для силы линии справедливо выражение:

$$S_{JJ'} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle^2, \quad (1)$$

где e – заряд электрона, Ω_k – параметры интенсивности, $\langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle$ – приведенные матричные элементы единичных тензоров U^k ранга k . Приближение Джадда-Офельта справедливо, если возбужденные конфигурации противоположной четности имеют энергии много больше энергии мультиплетов основной конфигурации. Тогда влияние возбужденных конфигураций на мультиплеты можно считать слабым, а набор параметров интенсивности будет общим для всех внутриконтинуальных переходов. Для лантаноидов в оксидных кристаллах условие применения приближения Джадда-Офельта не выполняется и следует применять одну из модифицированных теорий: для промежуточного по силе межконфигурационного взаимодействия [4]

$$S_{JJ'} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \underbrace{\left[1 + 2R_k (E_J + E_{J'} - 2E_f^0) \right]}_{\tilde{\Omega}_k} \langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle^2 \quad (2)$$

или для сильного межконфигурационного взаимодействия [5]

$$S_{JJ'} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \left[\frac{\Delta}{\Delta - E_J} + \frac{\Delta}{\Delta - E_{J'}} \right] \langle \gamma J \| U^k \| \gamma' J' \rangle^2. \quad (3)$$

Здесь R_k – дополнительные параметры, обусловленные межконфигурационным взаимодействием, E_J и $E_{J'}$ – энергии мультиплетов, включенных в переход, E_f^0 – энергия центра тяжести $4f^N$ -конфигурации, Δ – энергия возбужденной конфигурации.

При использовании формул (1)–(3) для описания экспериментальных данных параметры Ω_k , R_k и Δ рассматривают как свободно варьируемые для достижения наименьшего среднеквадратичного отклонения вычисленных сил линий переходов от экспериментальных.

В работе [1] сообщалось, что применение модифицированной теории (2) дает существенное улучшение описания экспериментальных сил линий переходов в кристалле $\text{La}_2(\text{WO}_4)_3\text{Pr}^{3+}$ по сравнению с методом Джадда-Офельта (1). В таблице приведены результаты нашего описания экспериментальных данных.

Переход ${}^3\text{H}_4 \rightarrow {}^{2S+1}\text{L}_J$	Энергия (см ⁻¹)	$S_{\text{exp}} \times 10^{20}$	$S_{\text{calc}} \times 10^{20}$ Д-О (1)	$S_{\text{calc}} \times 10^{20}$ Мод. (3)
${}^3\text{H}_6 + {}^3\text{F}_2$	4860	5.39	5.38	5.39
${}^3\text{F}_3 + {}^3\text{F}_4$	6905	4.11	4.19	4.11
${}^1\text{G}_4$	9710	0.07	0.05	0.06
${}^1\text{D}_2$	16670	0.27	0.16	0.26
${}^3\text{P}_0$	20490	0.32	0.31	0.32
${}^3\text{P}_1$	21280	0.68	0.31	0.35
${}^3\text{P}_2$	22120	0.99	0.39	0.99
RMS Dev			0.27	0.01

Они свидетельствуют, что для оксидных кристаллов более адекватным является приближение сильного конфигурационного взаимодействия (3).

Список использованных источников

1. Xiong F.B., Gong X.H., Lin Y.F. et al. Appl. Phys. B 86, 279-286 (2007)
2. Judd B.R. Phys.Rev. 127(3), 750 – 761 (1962)
3. Ofelt G.S. J. Chem. Phys. 37(3), 511 – 520 (1962)
4. Dunina E.B., Kaminskii A.A., Kornienko A.A. et al. Sov. Phys. Solid State 32, 290 (1990)
5. Kornienko A.A., Dunina E.B., Yankevich V.L. Opt. Spectrosc. 81, 871-874. (1996)

УДК 537.9; 539.184; 548.31

АНОМАЛЬНО СИЛЬНОЕ КОНФИГУРАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СПЕКТРАХ ИОНА Pr^{3+} В YAG

Л.А. Фомичева, А.А. Корниенко

В работе анализируется влияние возбужденной конфигурации $4f^2 5d$ и конфигураций с переносом заряда на штарковскую структуру мультиплетов и интенсивности абсорбционных переходов иона Pr^{3+} в $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$.

Выполняется сравнение параметров интенсивности, вычисленных на основе анализа штарковской структуры мультиплетов и полученных из описания экспериментальных сил осцилляторов абсорбционных переходов.

Для учета влияния возбужденных конфигураций предлагается эффективный гамильтониан, полученный в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия [1]:

$$H_{cf} = \sum_{k,q} \left\{ B_q^k + \left(\frac{\Delta_d^2}{\Delta_d - E_J} + \frac{\Delta_{ci}^2}{\Delta_d - E_{J'}} \right) \tilde{G}_q^k(d) + \right. \\ \left. + \sum_i \left(\frac{\Delta_{ci}^2}{\Delta_{ci} - E_J} + \frac{\Delta_{ci}^2}{\Delta_{ci} - E_{J'}} \right) \tilde{G}_q^k(c) \right\} C_q^k \quad (1)$$

Здесь Δ_d – энергия возбужденной конфигурации $4f^{N-1}5d$; Δ_{ci} – энергия конфигурации с переносом заряда.

В приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия для силы линии можно записать выражение:

$$S_{JJ'}^{ed} = \frac{1}{4(2k+1)e^2} \sum_{p,l} \left| \sum_l S_l^{(1k)p}(J) \left(\frac{\Delta_l}{\Delta_l - E_J} + \frac{\Delta_l}{\Delta_l - E_{J'}} \right) \right|^2, \quad (2) \\ \times \langle \gamma[LS]J \| U^k \| \gamma'[L'S']J' \rangle^2$$

Если количество экспериментальных данных небольшое, то рационально использовать выражение для силы линии с небольшим числом варьируемых параметров O_{dk} , O_{ck} ($k=2,4,6$) и Δ_d , Δ_{ci} .