

**ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВИЛЛЕМИТА  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ ,  
ВОЗБУЖДАЕМАЯ ЗАКИСЬЮ АЗОТА  $\text{N}_2\text{O}$**

Е.А. Галицкая

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. Тюрин Ю.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [galitskaya1012@mail.ru](mailto:galitskaya1012@mail.ru)

**LUMINESCENCE THE SURFACE OF WILLEMIT  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ ,  
EXCITED BY NITROUS OXIDE  $\text{N}_2\text{O}$**

E.A. Galitskaya

Supervisor: Professor, D. P.-M. S. Yu. I. Tyurin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [galitskaya1012@mail.ru](mailto:galitskaya1012@mail.ru)

***Annotation.** This report is devoted to research of the luminescence of solid bodies excited by molecules of nitrous oxide and obtaining information on nuclear and molecular processes and processes of transfer of energy in systems gas - solid body. Also important part of work is orientation of results to practical application.*

Одной из проблем современной физики твердого тела является определение условий формирования и образования конденсированного вещества. Основными объектами исследований в данном направлении являются молекулярные кристаллы, образованные из молекул относительно малых размеров, а также люминофоры, взаимодействующие с атомами, молекулами и свободными радикалами. Интерес к таким свойствам привел к получению результатов, ставших основой для формирования принципиально новых взглядов на процессы структурообразования и энергообмена в неравновесных системах газ-твердое тело.

Вместе с тем, остается нерешенной важная фундаментальная проблема, связанная с выявлением влияния внутреннего строения атомов на процесс формирования структуры кристаллов при различных термодинамических параметрах осаждения.

Возросший интерес к изучению состояний поверхности твердых тел обусловлен как фундаментальной значимостью проводимых исследований, так их практическими применениями. Это и проблемы длительного функционирования искусственных объектов в условиях ближнего и дальнего космоса, и вопросы ядерной энергетики, а также разработка лазерной техники ИК-диапазона на базе матрично-изолированных примесных кристаллов, современная микроэлектроника, двумерные и гетерогенные кристаллические системы.

Поверхность, являясь фундаментальным элементом твердого тела, активно участвует в процессах адсорбции, десорбции, диссоциации, рекомбинации, диффузии, образования дефектов, росте кристаллической решетки, в связи с чем, изучение подобных процессов – это актуальная и перспективная задача физики.

В настоящее время в ряду наиболее эффективных методов изучения состояний и процессов, происходящих на поверхности вещества в присутствии газовых частиц выдвигаются люминесцентные методы. Особенно это касается гетерогенной хемилюминесценции (ГХЛ) – люминесценции, возбуждаемой в экзотермических актах адсорбции (явление носит название адсорболоминесценция – АЛ) и рекомбинации (радикалорекомбинационная люминесценция – РРЛ). Особенностью ГХЛ является приповерхностный характер возбуждения, что делает её исключительно чувствительной для исследования поверхностных процессов [1,2]. Люминесцентным методам, основанным на явлениях АЛ и РРЛ присуща высокая чувствительность и информативность исследований (по кинетическим, стационарным и спектральным характеристикам). Изучение ГХЛ в газах, содержащих кислород, представляет новые возможности к исследованию процессов роста кристаллов, релаксации колебательно-возбужденных состояний в процессах электронного возбуждения дефектов, примесных центров и в частности центров свечения на поверхности твердого тела. Вследствие селективности возбуждения различными атомами и молекулами ГХЛ может нести информацию о составе и концентрации газовой, в том числе водородной, кислородо- и азото-содержащей атмосферы.

Объект исследования: поверхность люминофора  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ , возбуждаемая закисью азота  $N_2O$ .

Предмет исследования: гетерогенная хемилюминесценция поверхности виллемита  $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$  в пучке закисы азота  $N_2O$ .

Цель работы: изучение возбуждения, стимуляции и тушения люминесценции твердых тел, являющихся кристаллофосфорами молекулами закисы азота и получение информации о атомно-молекулярных процессах и процессах переноса энергии на газ-твердое тело.

Также важной частью работы является ориентация результатов на практическое применение: определение параметров адсорбции, диссоциации, десорбции, рекомбинации, диффузии, происходящих на поверхности твердых тел и внедрения в решетку частиц, содержащих кислород.

Теоретическая значимость исследований заключается в выяснении механизмов хемилюминесцентного излучения в конденсированных средах и на поверхности люминофоров. Полученные в работе результаты о процессах протекания электронных, атомных и молекулярных явлений, происходящих при наличии активных кислородосодержащих частиц на поверхности твердых тел востребованы в плазмохимии, промышленном катализе, при создании защитных покрытий космических летательных аппаратов, а также в физике и технике полупроводников и диэлектриков. Важным направлением является разработка условий синтеза и подготовки к эксплуатации люминофоров, стойких к воздействию кислородосодержащих частиц, имеющих перспективу для применения в индикаторных газоплазменных приборах и панелях.

В результате проведения экспериментальной части работы выяснилось, что атомы  $N_2O$ , могут значительно влиять на протекание объемной люминесценции в твердых телах, которая возбуждается, например, при фотовозбуждении. Исследована люминесценция виллемита  $Zn_2SiO_4:Mn$ , возбуждаемая в результате взаимодействия налетающих невозбужденных молекул закисы азота ( $N_2O$ ) из газовой фазы и преадсорбированных на поверхности образца частиц O-L,  $O_2$ -L, CO. Обнаружено, что в процессе преадсорбции атомов O – L, люминесценция возбуждается в результате поверхностной рекомбинации кислорода, предварительно адсорбированного слое молекул  $O_2$ -L, O-L, CO-L.

На основе полученных экспериментальных данных были построены кинетические кривые люминесценции (рисунок 1), которые наблюдаются в процессе напуска молекул  $N_2O$  на предварительно очищенную и заполненную атомами О-Л поверхность виллемита  $Zn_2SiO_4:Mn$  при давлении  $10^{-7}$  торр и температуре 370, 400, 550 К. Плотность потока закиси азота  $N_2O$  составляет  $1,5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Поверхность исследуемого образца заполнена предсорбированными атомами О-Л, которые получены термолитическим методом (от нагретой в  $O_2Rh$  -ленты).

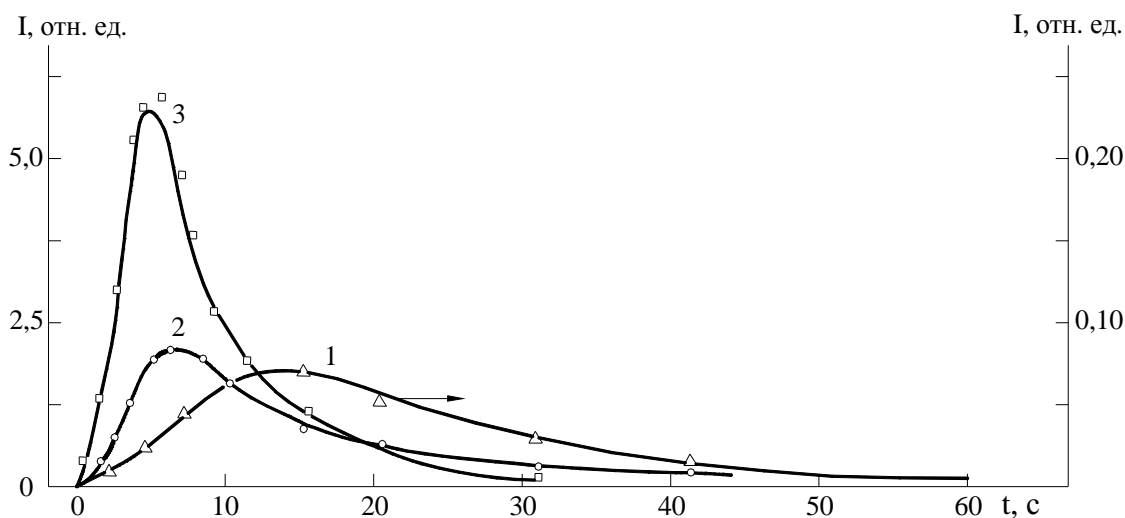
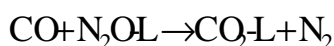
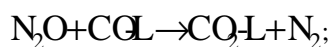
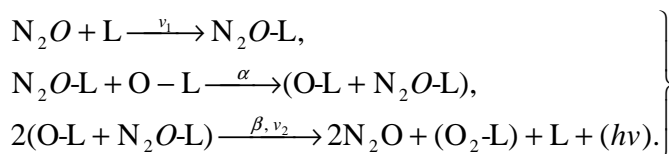


Рисунок 1 – Кинетические кривые люминесценции кристаллофосфора виллемита ( $\lambda_{изл.} = 523 \text{ нм}$ ) в процессе напуска закиси азота  $N_2O$  при температуре 370 К (1), 400 К (2), 550 К (3)

Предложены кинетические модели процессов возбуждения гетерогенной хемилюминесценции, которые качественно, а с соответственно подобранными параметрами и количественно описывают полученные экспериментальные результаты. Определены сечения, константы скорости процессов взаимодействия закиси азота  $N_2O$  с О,  $O_2$ , СО и  $N_2O$  на поверхности.



(образец  $Zn_2SiO_4:Mn$ ).

Продемонстрирована возможность возбуждения электронной подсистемы кристаллов за счет энерговыделения, связанного с взаимодействием атомов и молекул в адсорбционном слое.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин Ю.И. Тушение эффекта люминесценции кристаллофосфоров кислородом. Ч. 2. Модель механизма / Известия ТПУ. Т. 308, №6. - 2005. - С. 34-51.
2. Стыров, В.В., Тюрин Ю.И. Неравновесные хемоэффекты на поверхности твердых тел. М.: Энергоатомиздат, 2003. - 507 с.