

ОПТИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 535.361.2

НОВЫЕ СВЕТОРАССЕИВАЮЩИЕ СИТАЛЛЫ СОО-У6 И СОО-И8

© 2009 г. **О. С. Дымшиц***, канд. хим. наук; **А. А. Жилин***, канд. хим. наук; **В. А. Парфинский****;
А. Ю. Полушкин**; **А. В. Шашкин***, канд. хим. наук

* Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения
Всероссийского научного центра “ГОИ им. С.И. Вавилова”, Санкт-Петербург

** Научно-производственная корпорация “ГОИ им. С.И. Вавилова”, Санкт-Петербург

В статье приведены результаты исследований спектрофотометрических характеристик новых стеклокристаллических материалов – светорассеивающих ситаллов. Эти материалы являются хорошей имитацией идеального диффузора и могут быть использованы для создания образцов сравнения, фотометрических шаров, ламбертовских ослабителей и т. д. в спектральной области от 0,3 до 2,4 мкм.

Коды OCIS: 160.4670, 160.4760.

Поступила в редакцию 28.10.2008.

Одним из базовых понятий фотометрии служит понятие идеального диффузора или совершенного отражающего рассеивателя (равномерный рассеиватель, коэффициент отражения которого равен единице) [1]. Идеального рассеивателя, естественно, не существует. Поэтому фотометристы всегда искали наиболее совершенное приближение к нему. Ведь с его предельными свойствами удобно сравнивать свойства всех реальных материалов.

Широко известны рассеиватели из порошков MgO и BaSO₄, прессованного порошка фторопласта и целого ряда других материалов [2]. Такие рассеиватели весьма хороши по своим фотометрическим характеристикам, но имеют существенный недостаток – нестабильность оптических свойств во времени. Светорассеяние в таких материалах происходит на мелких малопоглощающих частицах на границе частица–воздух. Вследствие абсорбции и адсорбции загрязняющих материалов и воды из окружающего воздуха коэффициент отражения таких рассеивателей постепенно снижается.

Существенным прорывом в работах по повышению временной стабильности высокоотражающих диффузоров было создание светорассеивающих молочных стекол [3]. В молочном стекле светорассеивающие частицы находятся внутри стекла и лишены контакта с окружающим воздухом. Наиболее известно высокоотражающее молочное стекло МС20. Молочные стекла нашли широкое применение в самых разных областях науки и техники. В 90-е годы выпуск молочных стекол был прекращен.

Проведенные ранее при участии авторов статьи исследования показали, что перспективным материалом для создания высокоотражающих диффузоров являются ситаллы [4]. Стеклокристаллические материалы, или ситаллы, представляют собой стеклообразную матрицу, в которой в результате вторичной термообработки формируются кристаллы со структурой и составом, определяемыми составом исходного стекла и температурно-временным режимом термообработки. При этом объем кристаллической фазы может варьироваться от нескольких до десятков процентов от всего объема материала.

В ГОИ им. С.И. Вавилова и НИТИОМе разработан новый класс высокоотражающих диффузоров – ситаллы оптические отражающие (СОО). Оптические отражающие ситаллы ни в чем не уступают, а по некоторым характеристикам превосходят молочное стекло МС20.

Данная статья посвящена двум маркам высокоотражающих ситаллов – СОО-У6 и СОО-И8. По сравнению с МС20 ситалл СОО-У6 имеет улучшенные характеристики в ультрафиолетовой, а ситалл СОО-И8 в ближней инфракрасной (ИК) области спектра.

Многokратное светорассеяние в этих ситаллах происходит на наноразмерных кристаллах в объеме материала при малом удельном поглощении – вероятность выживания фотона Λ не ниже 0,999. Это приводит к формированию индикатрисы отражения материала близкой к равномерной.

Оба материала имеют химическую устойчивость класса “А” к влажной атмосфере. Их кислотоустой-

чивость (пятнаемость) относится к I группе. Материалы характеризуются высокой термостойкостью, а также отсутствием пористости, что обеспечивает отсутствие водопоглощения и газопроницаемости.

Рекомендуемые толщины пластин ситаллов, при которых их оптические свойства не зависят от толщины, составляют не менее 8 мм для СОО-У6 и не менее 5 мм для СОО-И8. Наиболее целесообразно, несмотря на наличие зеркального отражения от границы, применение пластин с полированными поверхностями, что позволяет легко проводить их чистку при загрязнении.

Стабильность оптических свойств ситаллов контролировалась в течение года по коэффициенту отражения полированных пластин. В пределах чувствительности аппаратуры, изменений коэффициента отражения не зафиксировано (возможные изменения составили менее 0,01).

Материалы исследовались в виде полированных пластин с толщинами 8 мм (СОО-У6) и 5 мм (СОО-И8).

Спектральный коэффициент отражения ситаллов и молочного стекла исследовался с помощью спектрофотометра Хитачи 330 и спектрофотометрической установки ИКДСФ [5]. Погрешность измерений не превышает $\pm 0,02$.

Спектры коэффициента отражения (суммы зеркального и диффузного коэффициентов отражения) [6] полированных образцов ситаллов марок СОО-У6 и СОО-И8 в спектральной области 0,3–2,5 мкм приведены на рис. 1. Для сравнения на этом же рисунке приведен и спектр полированного образца молочного стекла МС20 I категории.

Необходимо отметить, что спектральный коэффициент отражения ситалла СОО-У6 на длине волны 0,3 мкм превышает 0,9. Отражение лучших образцов МС20 I категории в этой спектральной области не превышает 0,75. Коэффициент отражения ситалла СОО-И8 во всей ближней ИК области спектра больше, чем у МС20 и до длины волны 2,4 мкм не опускается ниже 0,9.

Исследование углового распределения отраженного излучения на длинах волн 0,63 и 1,15 мкм проведено с использованием лазерного гониофотометра ЛГФМ. Измерения проводились при падении излучения на образец по нормали к поверхности.

Индикатрисы коэффициента яркости (в относительном виде) полированных образцов ситаллов и молочного стекла МС20 I категории, измеренные на длинах волн 0,63 и 1,15 мкм, приведены на рис. 2.

Результаты измерения индикатрис коэффициента яркости СОО-У6, СОО-И8 на длинах волн 0,63 и 1,15 мкм практически одинаковы и представлены на

рисунке одним графиком. Полученная индикатриса стекла МС20 хорошо согласуется с литературными данными [3].

Небольшое отличие индикатрис ситаллов от МС20 при углах наблюдения более 75° от нормали, по-видимому, обусловлено большим коэффициентом преломления ситаллов – 1,58, по сравнению с коэффициентом преломления стекла МС20 (1,52).

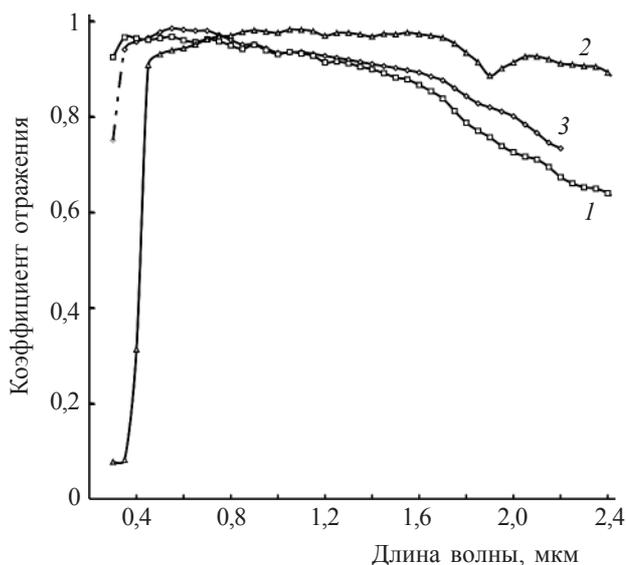


Рис. 1. Спектральный коэффициент отражения ситаллов СОО-У6 (1), СОО-И8 (2) и молочного стекла МС20 (3).

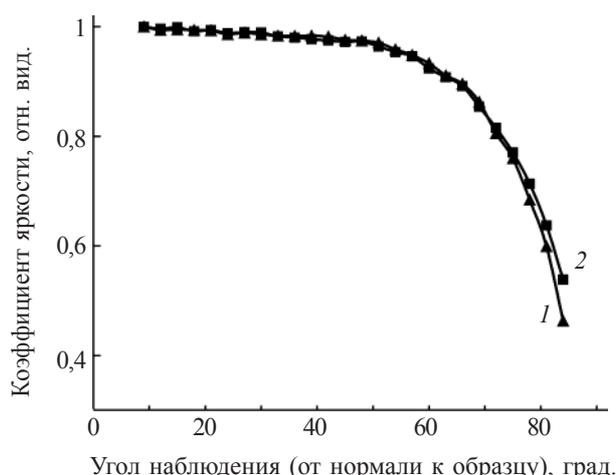


Рис. 2. Индикатрисы коэффициента яркости (в относительном виде) на длинах волн 0,63 и 1,15 мкм при освещении по нормали ситаллов СОО-У6 (1), СОО-И8 (1) и молочного стекла МС20 (2).

Коэффициент зеркального (френелевского) отражения от полированной границы для ситаллов марок СОО-У6 и СОО-И8 составляет 0,05.

Плоские пластины из ситаллов СОО-У6 и СОО-И8 могут применяться как образцы сравнения при измерении коэффициентов отражения и индикатрис светорассеивающих материалов в спектральной области 0,3–2,4 мкм. Из этих материалов могут изготавливаться фотометрические шары, лазерные отражатели, ламбертовские ослабители и т. п.

Высокая временная стабильность оптических свойств в сочетании с высокой термостойкостью (до 1000 °С) и возможностью чистки позволяют использовать изделия из ситаллов СОО-У6 и СОО-И8 не только в лабораторных, но и в цеховых и полевых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международный светотехнический словарь. М.: Русский язык, 1979. 278 с.
2. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). Л.: Энергоатомиздат, 1983. 269 с.
3. Войзивилло Н.А. Каталог светорассеивающих стекол. Л.: ГОИ, 1975. 57 с.
4. Борткевич А.В., Варшавчик М.Л., Дымищ О.С., Жилин А.А., Лейкин С.М., Полушкин А.Ю., Середенко М.М., Чваева Т.И., Шашкин А.В. Исследование спектрофотометрических характеристик рассеивателя на основе диффузно отражающего ситалла // Оптический журнал. 1997. Т. 64. № 8. С. 111.
5. Гуревич М.М., Середенко М.М., Морозова Л.Н., Парфинский В.А. Спектрофотометрическая установка для измерения характеристик рассеивающих материалов в области 2,5–15 мкм // ОМП. 1975. № 2. С. 31–35.
6. ГОСТ 26148-84. Фотометрия. Термины и определения.