

УДК 681.7.02

## Разработка гиперспектральной оптической среды для изделий специальной техники

А. К. Герасюк, А. И. Гоев, Б. Д. Горелик, В. В. Потелов, Б. Н. Сеник, А. Б. Сухачев  
ФНЦП ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева", г. Красногорск, Московская обл., Россия

М. Ф. Волочек

ОАО "Красный гигант", г. Никольск, Пензенская область, Россия

А. В. Ноздрачев

Счетная палата РФ, Москва, Россия

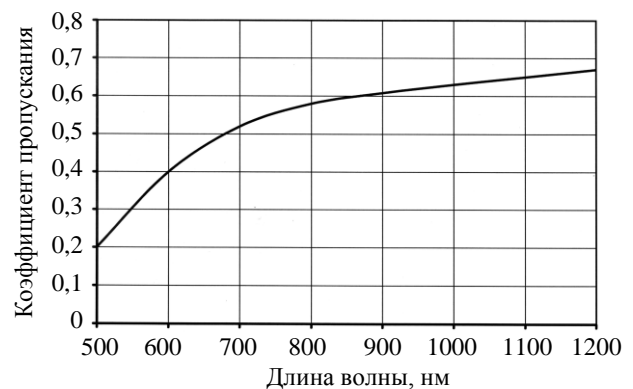
*Для сегодняшнего дня актуально решение ряда технических задач, связанных с расширением применения оптических систем, работающих одновременно в широких спектральных диапазонах: видимом (400—650 нм), ближнем ИК-диапазоне (700—600 нм), в том числе на рабочих длинах волн лазерных излучателей  $\lambda = 1064, 1540$  нм, а также дальнем ИК-диапазоне,  $\lambda = 3000—14000$  нм. Отражены основные этапы промышленного освоения изготовления гиперспектральной оптической среды – поликристаллического селенида цинка (ZnSe).*

В настоящее время в оптическом приборостроении все чаще применяются системы, работающие в широком спектральном диапазоне (видимый, ближний ИК, дальний ИК), что позволяет существенно повысить информативность системы и обеспечивает более широкие эксплуатационные характеристики.

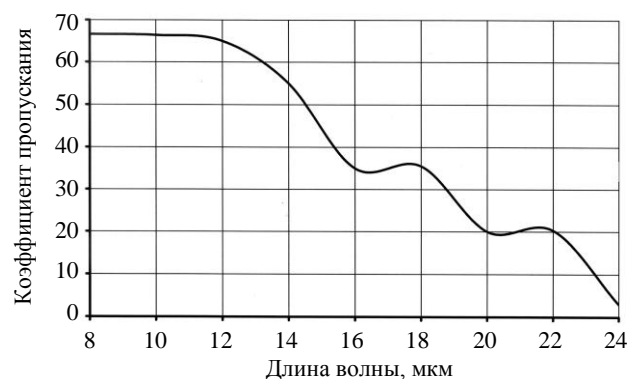
Для создания соответствующих приборов и комплексов требуются специальные оптические среды. Для изготовления оптических элементов, работающих в широком оптическом диапазоне спектра, на ФНЦП ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева" применяется особо чистый селенид цинка, разработанный на ФГУП "Красный гигант" совместно с ФНЦП ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева".

Спектральные кривые пропускания поликристаллического селенида цинка (ZnSe) в видимом и ближнем ИК-диапазонах, а также в дальнем ИК-диапазоне приведены на рис. 1.

Из всех промышленных технологий получения селенида цинка (прессование дисперсного порошка, выращивание из расплава и из газовой фазы) наиболее разработанной и освоенной является технология получения оптического селенида цинка физической конденсацией паров в вакууме (Physical Vapor Deposition — PVD), заключающаяся в вакуумном испарении селенида цинка, фильтрации его паров через углеграфитовую или кремнеземную ткань с последующим осаждением на графитовую подложку, разогретую до 600—900 °С. В целях улучшения оптических характеристик и повышения выхода годного осаждение селенида цинка осуществляется со скоростью 0,4—0,8 мм/ч с последующим охлаждением со скоростью 20—25 град/ч.



а



б

Рис. 1. Спектральная кривая пропускания поликристаллического селенида цинка (ZnSe) в видимом и ближнем (а), а также дальнем (б) ИК-диапазонах

Освоение нестандартного ростового вакуумного оборудования проводилось параллельно с усовершенствованием и модернизацией как установок (МА-469, К-3850, К-4476), так и обеспечивающих процесс сублимации систем электрообеспечения,

водоохлаждения, вакуумирования и управления температурным режимом для увеличения габаритов получаемых сублиматов требуемого качества.

Основным конструкционным материалом элементов жарового пространства ростовых установок и технологической оснастки (контейнеров различных конструкций для выращивания сублиматов диаметром 100—350 мм, менисков диаметром до 160 мм) являются графит марок ГМЗ и АРВ, а также углеродные ткани и войлок. В целях исключения загрязнения порошка селенида цинка материалами оснастки, увеличения срока службы графитовой оснастки была внедрена технология вакуумного нанесения на изделия из графита защитного пироуглеродного покрытия в специально созданной для этого печи.

Все вышеперечисленные мероприятия позволили организовать на ФГУП "Красный гигант" серийное производство высококачественных крупногабаритных заготовок селенида цинка (ZnSe) диаметром 360 мм, работающих в широком диапазоне спектра.

Коэффициенты пропускания заготовок селенида цинка (ZnSe) диаметром 360 мм при толщине до 30 мм на различных длинах волн приведены ниже:

Длина волны, мкм	Коэффициент пропускания
0,5	0,2
1,06	0,65—0,7
3—5	0,68—0,69
8—14	0,68—0,9

Коэффициент ослабления  $\mu$  указанных заготовок составляет от 0,006 до 0,01.

Для упрочнения поверхности деталей из селенида цинка (ZnSe) на ФНПЦ ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева" разработано упрочняю-

щее просветляющее покрытие, позволяющее значительно повысить прочность поверхности к воздействию эксплуатационных параметров (холод, жара, конденсат, иней, динамическая пыль, влага и т. д.) при обеспечении высоких оптических характеристиках изделия в целом.

Спектральная кривая пропускания оптических элементов из поликристаллического селенида цинка с просветляющим покрытием приведена на рис. 2.

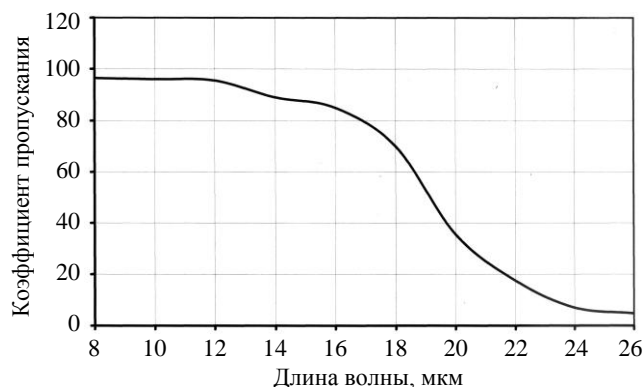


Рис. 2. Спектральная кривая пропускания оптических элементов из поликристаллического селенида цинка (ZnSe) с просветляющим покрытием в дальнем ИК-диапазоне

Применение оптических люков из селенида цинка с просветляющим покрытием в многоспектральных системах управления огнем позволяет получить высокое качество в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазонах длин волн и обеспечить надежность в работе.

Статья поступила в редакцию 21 декабря 2006 г.

## The development of the hyperspectral optical sphere for products of special techniques

A. K. Gerasjuk, A. I. Goev, B. D. Gorelik, V. V. Potelov, B. N. Senik, A. B. Suhachev  
 FSPC "S. A. Zverev Krasnogorsky Zavod" jsc Krasnogorsk, the Moscow region, Russia

M. F. Volochek

Open Society "Red giant", Nikolsk, the Penza region, Russia

A. V. Nozdrachev

The Accounting Chamber, Moscow, Russia

*The actual problem of today is the decision of some the technical problems connected with expansion of application of optical systems, working simultaneously in wide spectral ranges: in the visible range (400—650 nm), in the near IR-range (700—1600 nm), including on working lengths of waves of laser radiators  $\lambda = 1064, 1540$  nm, in the distant IR-range  $\lambda = 3000—14000$  nm. The practical results of the realized developments are described.*

\* \* \*