

УДК 621.383

Узкополосные голограммные фильтры как эффективное средство защиты фотоприемных устройств приборов ночного видения от воздействия мощных лазерных пучков

А. А. Белокопытов, Г. Н. Буйнов, Н. М. Шигапова

ФГУП «НПО "Государственный институт прикладной оптики"», г. Казань, Россия

В настоящее время одной из актуальных задач разработчиков оптико-электронных приборов и систем различного назначения является поиск и создание средств защиты фотоприемных устройств и органов зрения операторов от воздействия мощного лазерного излучения. ФГУП «НПО "ГИПО"» владеет технологией, которая позволяет разрабатывать и производить голограммные узкополосные фильтры (Notch-фильтры) с высокими техническими характеристиками. Эти фильтры являются надежным и удобным в эксплуатации средством защиты от лазерного излучения.

Трудно представить развитие современной науки без использования двух классов приборов: фотоприемников и источников света. Наибольшее внимание среди источников света со второй половины XX века привлекают к себе оптические квантовые генераторы — лазеры. В настоящее время лазерные источники света стре-

узком спектральном диапазоне и прозрачна за его пределами (рис. 1).

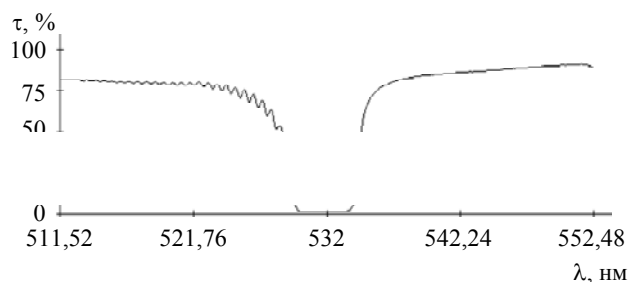


Рис. 1. Экспериментальная кривая пропускания голограммного узкополосного фильтра

Технические характеристики ГУФ

Оптическая плотность

$$D = \lg \frac{I_f(\lambda_0)}{I_p(\lambda_0)},$$

где $I_f(\lambda_0)$ — интенсивность падающего излучения на длине волны λ_0 ;

$I_p(\lambda_0)$ — интенсивность прошедшего излучения на той же длине волны, составляет величину от 4 до 7.

Полуширина полосы подавления $\Delta\lambda_{1/2} = 5—50$ нм.
Пропускание вне полосы подавления $\geq 85\%$.

© Белокопытов А. А., Буйнов Г. Н., Шигапова Н. М., 2006

в медицине, спектроскопии, лазерной спектроскопии, голографии, устройствах для гравировки, сварки и резки металлов, приборах ночного видения, военной технике и т. д. Этим успехом лазеры обязаны таким свойствам, как когерентность, высокая интенсивность, малая расходимость пучка. Но эти же свойства могут оказывать вредное действие. Например, попадание лазерного пучка в глаза оператора или на приемную площадку фотоэлектрического приемника может вызвать временное ослепление и даже повреждение органов зрения или прибора. Эффективным средством защиты может выступать голограммный узкополосный фильтр, установленный вместо линзы в оправу очков или перед фотоэлектронным приемником излучения.

Голограммный узкополосный фильтр (ГУФ) представляет собой объемную голограмму, зарегистрированную в слое бихромированного желатина, покрытую защитным стеклом [1]. Эта голограмма отражает свет в

Лучевая прочность не менее 10 Вт/см².

При повороте фильтра в плоскости, перпендикулярной плоскости падения излучения, максимум подавления смещается в коротковолновую область, т. е. возможна плавная перестройка полосы подавления (рис. 2).

Возможно наличие второй гармоники в коротковолновой области, позволяющей использование фильтра в ультрафиолетовой области спектра.

ГУФ могут работать в условиях 100%-ной влажности в диапазоне температур от -60 до +80 °С.

ФГУП «НПО "ГИПО"» обладает технологией, позволяющей рассчитывать и изготавливать голограммные узкополосные фильтры на заданную длину волны в диапазоне от 0,4 до 1,5 мкм с одной или несколькими полосами подавления. ГУФ могут быть изготовлены как на плоских, так и на вогнутых или выгнутых поверхностях

[2]. Используемый в настоящее время аргоновый лазер типа ЛГН-512 мощностью 5 Вт позволяет получать фильтры диаметром до 80 мм.

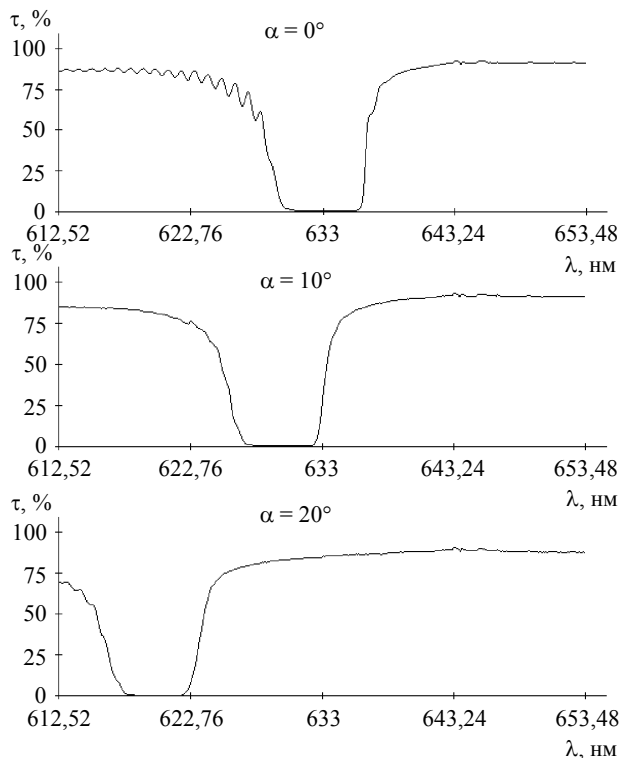


Рис. 2. Экспериментальные кривые пропускания τ ГУФ при различных углах падения α параллельного пучка света со сплошным спектром

Голограммные узкополосные фильтры регистрируются в слоях бихромированного желатина по контрнаправленной схеме. Вариация угла наклона фотопластины относительно плоскости падения расширенного лазерного пучка и условий проявления дает возможность изготавливать ГУФ на любую заданную длину волны в диапазоне 0,4—1,5 мкм.

Аттестация производится на измерительном стенде, построенном на основе дифракционного спектрографа ДФС-453, фотодиодной линейки (МАСИ-2) и персонального компьютера (рис. 3). Программное обеспечение позволяет наблюдать и регистрировать характеристики пропускания фильтров в режиме реального времени [3].

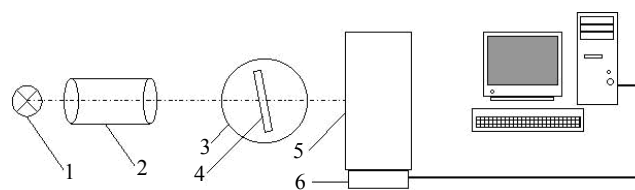


Рис. 3. Схема измерительного стенда для аттестации ГУФ: 1 — источник света со сплошным спектром; 2 — коллиматор; 3 — поворотный столик; 4 — исследуемый ГУФ; 5 — спектрограф ДФС-453; 6 — фотодиодная линейка МАСИ-2

Таким образом ГУФ являются надежным и удобным в эксплуатации средством защиты от лазерного излучения. Развита в ФГУП «НПО "ГИПО"» технология обеспечивает возможность серийного выпуска и аттестации ГУФ высокого качества, не уступающих зарубежным аналогам.

Литература

1. Коржакова Л. М., Лопарев А. А., Степанова А. И. Узкополосные голограммные зеркала на незадублированных слоях бихромированного желатина // Оптический журнал. 1994. № 11. С. 85—88.
2. Лукина Т. А., Скочиллов А. Ф. Голограммные узкополосные фильтры для подавления лазерного излучения одновременно на нескольких длинах волн // Тезисы докладов на конференции "Прикладная оптика 98". СПб. 24—26 июля 1998. С. 116.
3. Лукина Т. А. Высокоэффективные рельефно- и объемно-фазовые голограммные оптические элементы. Дис. канд. техн. наук. 01.04.05. Защищена: Казань 17.03.99, утверждена в сентябре 1999. С. 94—96.

Статья поступила в редакцию 23 ноября 2004 г.

Narrowband hologram filters as an effective means for protecting night vision photodetective devices against high power laser beam exposure

A. A. Belokopytov, G. N. Buoyunov, N. M. Shigapova
FGUP «NPO "GIPO"», Kazan, Russia

At present, search and creation of means for protecting photodetective devices and visual human organs against high power laser radiation is one of vital tasks for researchers designing opto-electronic devices and systems of various purposes. FGUP «NPO "GIPO"» possesses narrowband hologram filters (Notch filters) production technology which enables to design unique optical filters and to product in serial quantity the standard ones with high technical characteristics. These filters exhibit high beam damage threshold and make available the effective suppression of laser radiation (up to 7 orders) with high transmittance value outside the notch (up to 90 %); they may have either one or simultaneously several notches in a region of 0.4—1.5 μm . Notch-filters can be made both on plane surfaces and on the convex and concave ones with diameters up to 80 mm. The report presents layouts for recording and certifying filters as well as technical characteristics of some filters at different wavelengths.

* * *