

воздуха. Прибыль массы образцов в результате диффузии оценивалась также применительно к 1 м<sup>2</sup> поверхности образца, контактирующей с насыщающей смесью.

После упрочненные образцы подвергали резке на прецизионном отрезном станке «MICRACUT-201», далее готовили поперечные микрошлифы для изучения толщины диффузионного слоя. Как показал изучение поперечных микрошлифов, заметное формирование диффузионного начинается при выдержке 30 минут – слой уже имеет характерное игольчатое строение и достигает толщины 18 мкм. Наиболее интенсивное формирование диффузионного слоя происходит в интервале выдержек от 60 до 150 минут (1–2,5 ч), далее скорость формирования диффузионного слоя снижается и, кроме того, происходит формирование на поверхности слоя высокобористой фазы, имеющей более высокие показатели твердости и хрупкости, а также создающей растягивающие напряжения, которые приводят к растрескиванию упрочняющего покрытия и снижению его ресурса, что неприемлемо при сложных условиях нагружения (наличие ударных нагрузок, изгибающих усилий и т.п.). Таким образом, оптимальное время выдержки при изотермическом борохромировании в порошковых смесях на основе карбида бора для подавляющего большинства изделий находится в интервале от 120 до 150 минут (2–2,5 ч), так как при длительности выдержки в этом временном интервале формируется рабочий диффузионный слой достаточной толщины (до 350 мкм – максимальная длина боридных игл и толщина сплошного диффузионного слоя – до 150 мкм), не имеющий на своей поверхности вредной высокобористой фазы.

**ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ ПОЛИХРОМАТОРА С ВЫСОКОЙ  
ДИСПЕРСИЕЙ И РАЗРЕШАЮЩЕЙ  
СПОСОБНОСТЬЮ**

Дилбазов Т.Г., Ягубзаде Н.Я., Гусейнова Е.А.,  
Аббасова Р.Б.

*Научно-исследовательский институт  
аэрокосмической информатики;  
Национальное аэрокосмическое агентство,  
Баку, e-mail: naile\_yaqub@mail.ru*

Предлагается оптическая система для полихроматора с высокой дисперсией и разрушающей способностью, с варьированием дисперсии и положения полос пропускания, имеющая простую конструкцию.

В настоящее время одной из эффективных и оперативных технологий получения любыми неконтактными методами информации о поверхности Земли, объектах на ней или в недрах, является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ).

Наиболее значимыми и используемыми данными ДЗЗ являются данные, получаемые

с космических аппаратов. Поэтому приборы, используемые для ДЗЗ, наряду с высокими техническими характеристиками имеют ограничения на весо-габаритные характеристики, что не дает возможность реализовать потенциальные возможности диспергирующих элементов при разработке приборов.

Повышение количества информации, регистрируемой в единицу времени и реализация идентичности спектральных образов измеряемых объектов, требует разработки и использования многоспектрального метода. При конструировании многоканальных спектрометров – полихроматоров часто используются призмные и дифракционные диспергирующие элементы. Формируемый этими элементами сплошной спектр из-за невысокой дисперсии создает некоторые неудобства для согласования необходимой ширины спектральных интервалов с оптимизированными площадками приемников излучения, не говоря уже о трудностях размещения в близких спектральных интервалах приемников с малыми площадками и существенными габаритами корпуса при использовании охлаждаемых приемников.

Настоящая работа посвящена исследованию возможности создания оптической системы малогабаритного полихроматора с высокой дисперсией и разрешающей способностью. Повышение указанных характеристик систем приводит к увеличению весо-габаритных параметров, усложняет кинематическую схему сканирования спектра, к потерям светосилы и делает приборы дороже [1, 2].

Поисковые работы для создания многоканальных спектрометров привели к разработке оптической системы малогабаритных полихроматоров [3], более эффективным способом повышающим линейную дисперсию.

Оптическая система содержит осветитель, входную и выходную щели, коллиматорный и камерные объективы, диспергирующую стеклянную призму и цилиндрическое зеркало, жестко закрепленное таким образом, чтобы поверхность его находилась в фокальной поверхности камерного объектива.

Одномерный спектр видимого света, сформированный в фокальной поверхности камерного объектива, отражается цилиндрическим зеркалом, образующая которого расположена в плоскости, перпендикулярной плоскости дисперсии призмы. Размеры зеркала выбираются так, чтобы ширина и длина спектра видимого света полностью охватывались.

Дальнейшие исследования [4, 5] показали идентичность результатов как в призмных, так и в дисперсионных системах с цилиндрическим зеркалом. Для этих систем линейная дисперсия выражается формулой

$$\frac{dl}{d\lambda} = \left( 3 - 2 \frac{s'}{r} \right) \left( \frac{d\phi}{d\lambda} \right) s'', \quad (1)$$

а разрешающая способность

$$\frac{\lambda}{d\lambda} = \frac{A}{\cos\theta} \cdot \frac{dl}{d\lambda} = \frac{As''}{\cos\theta} \left( 3 - 2 \frac{s'}{r} \right) \left( \frac{d\varphi}{d\lambda} \right), \quad (2)$$

где  $s'$  – расстояние между диспергирующим элементом и зеркалом;  $s''$  – расстояние между зеркалом и экраном;  $r$  – радиус зеркала;  $\frac{d\varphi}{d\lambda}$  –

дисперсия диспергирующего элемента;  $A = D/f$  относительное отверстие выходного объектива;  $D$  – ширина диафрагмы;  $f$  – фокусное расстояние выходного объектива;  $\theta$  – угол между средней линией и нормалью к поверхности спектра.

Из выражения (1) и (2) следует, что в оптических системах с цилиндрическим зеркалом дисперсию и разрешающую способность можно повысить с изменением  $s'$ ,  $s''$  и  $r$ . Однако, более выгодно изменение диаметра зеркала, так как тенденция развития средств ДЗЗ заключается в необходимости снижения веса, габаритов, энергопотребления бортовых оптико-электронных систем. При этом существенно ужесточаются требования ко всем типам разрешающей способности аппаратуры, в том числе спектральной. Решение этих взаимосвязанных задач не доведено до конца, несмотря на большие достижения в области исследования Луны, Венеры, Марса космическими многоспектральными оптико-механическими сканерами МСУ-СК, МСУ-МР, МСУ-М.

Пятиканальное сканирующее устройство МСУ-СК, входящее в состав комплекса «Ресурс-02» имеет среднее разрешение [6]. Интерференционные фильтры, использованные в качестве диспергирующего элемента, ослабляют полезный сигнал, механизм выделения и передача сигнала на вход прибора также сложны. Оптическая система, предложенная в работе [3] частично исправляет эти недостатки.

Излучения источника фокусируются на входной щели, расположенной в фокусе вогнутой дифракционной решетки. В спектре отраженного от цилиндрического зеркала угол между соседними лучами увеличивается – повышается угловое разрешение системы. Регулировкой положения выходных щелей относительно зеркала, удастся в предварительно выбранных каналах получить плавно меняющееся значение дисперсии и разрешающей способности системы.

Отсутствие дополнительных оптических элементов, ослабляющих полезный сигнал, возможность варьирования дисперсии и положения полос пропускания отдельных каналов, небольшие габариты и веса, простота конструкции, дают основание считать, что данная оптическая система может быть эффективной для разработки многоканальных приборов во всем оптическом диапазоне излучения.

#### Список литературы

1. Савушкин Н.В., Соколова А.В., Старцев Г.П. ОМП. – 1989. – №1. – С. 34.
2. Соколов И.В. Оптические спектральные приборы. – М.: Машиностроение, 1984. – С. 135.
3. Дилбазов Т.Г. Авторское свидетельство №1589732. СССР.
4. Дилбазов Т.Г., Ягубзаде Н.Я., Гусейнова Э.А. Современные проблемы науки и образования. – 2010. – №2. – С. 81.
5. Современные проблемы науки и образования // Электронный научный журнал. – 2011. – №3.
6. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды. – М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – С. 343.

#### АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В.,  
Гурьянов А.М.

*Самарский государственный  
архитектурно-строительный университет,  
Самара, e-mail: sm-samgasa@mail.ru*

Неоднократно отмечалось в работах [1-3], связанных с использованием шламовых отходов в цементных композициях, о роли адсорбционно-связанной воды в формировании комплекса структурно-реологических свойств. Известно, что адсорбционно-связанная вода шламов является квазитвердой составляющей, которая отличается плотностью более единицы и представляет собою клеевой состав, выполняющий в структуре цементного вяжущего положительную упрочняющую роль. Следовательно, шламы активно участвуют в формировании контактной зоны в тяжелых, легких, ячеистых бетонах общестроительного назначения, отделочных и штукатурных растворах [4]. По характеру связи воды и твердой дисперсной фазы различают несколько типов адгезионно-когезионных взаимодействий. Особый интерес представляет вода полислоистой адсорбции, формирующаяся вблизи активных центров поверхности частиц.

Фольмером было объяснено участие процессов адсорбции в росте кристаллов [5]. Им были введены важные понятия о 2- и 3-мерных зародышах критических размеров и об их роли в построении новой твердой фазы. Рост 3-мерных зародышей происходит при образовании на их поверхности 2-мерных зародышей, составляющих адсорбционный слой, расположенный на границе раздела твердой и жидкой фаз.

Как материал, сформировавшийся в неравновесных условиях (осаждение твердой фазы из сточной воды), шлам обладает сильно изрезанной фрактальной поверхностью [6]. Исследования надатомной структуры шламов, проведенные методом малоуглового рассеяния нейтронов на дифрактометре «Мембрана-2» (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова (г. Гатчина)), показали, что размер частиц составляет в среднем 20-80 нм [7]. Обра-