

Особенности ультрафиолетовой рекомбинации голограмм

А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин

ООО «Джеймс Ривер Бранч», Москва, Россия

В докладе описан пример технологии рекомбинации рельефных голографических изображений и приведены фото и видео работы промышленного образца рекомбинатора. Проведено сравнение характеристик механических и УФ рекомбинаторов. Рассмотрены оптические и технологические свойства используемых фотополимеров. Приведены микрофотографии краевых эффектов и результаты измерения профилей полос.

Ключевые слова: Оптика, голография, фотополимер, УФ отверждение.

Цитирование: **Смык, А. Ф.** Особенности ультрафиолетовой рекомбинации голограмм / А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин // HOLOEXPO 2022: XIX Международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — Барнаул: ИП Колмогоров И. А., 2022. — С. 299–302.

Рекомбинация (мультипликация) голограмм служит для размещения на технологической матрице многих идентичных голографических изображений. Одиночное изображение записывается довольно долго (обычно - часы или десятки часов), и представляется разумным не записывать его многократно, а просто воспроизвести рельеф нужное количество раз в нужных местах на матрице, добавив, например, метки вырубки и метки тайминга.

Такие устройства используются в голографическом производстве повсеместно и, обычно, это механические рекомбинаторы, переносящие рельеф с никелевой на пластиковую пластину при нагреве и большом давлении. У них есть ограничения по размеру единичного оттиска и много чисто технологических проблем, связанных с высоким давлением и нагревом – деформация пластиковой пластины, образование «ножей» на краях оттиска, вырывы при крутом рельефе. Как следствие, единичный оттиск обычно не превосходит размером 50x50 мм, его форма не может быть сложной.

Этих недостатков лишены УФ-рекомбинаторы, осуществляющие перенос рельефа на УФ-отверждаемый фотополимер без большого давления и температуры. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики механического рекомбинатора R-1200 и УФ-рекомбинаторов UVR-2000 и UVR-A3.

Таблица 1. Сравнение характеристик рекомбинаторов

	R-1200	UVR-2000	UVR-A3
Макс. размер оттиска	50×50 мм	300×400 мм	80×80 мм
Макс размер матрицы	800×1200 мм	1000×2000 мм	290×420 мм
Габариты	2500×1800×1600 мм	2440×1860×1500 мм	600×600×800 мм
Вес	2500 кг	1500 кг	40 кг
Энергопотребление	4 кВт	2 кВт	1 кВт
Краевые эффекты	400-500 мкм	20 мкм	20 мкм
Точность стыковки изображений	—	200 мкм	20 мкм
Усилие прижима	20 т	20 кг	10 кг

УФ рекомбинаторы имеют еще два существенных преимущества над механическими:

- они позволяют довольно точно стыковать изображения с разных матриц со сложным контуром на одной матрице, например, встроить сосредоточенное изображение в обойный рисунок.

- они намного точнее воспроизводят асимметричные и специальные рельефы [1]. Если в голограммах, использующих дифракционные порядки форма профиля не так важна, то в голограммах нулевого порядка она имеет ключевое значение, поскольку меняет форму блика [2].

На Рис. 1 представлена фото рекомбинированной голограммы, состоящей из нескольких радужных и литографических изображений, совмещенных на лито-фоне. Размер изображения по горизонтали – 300 мм.

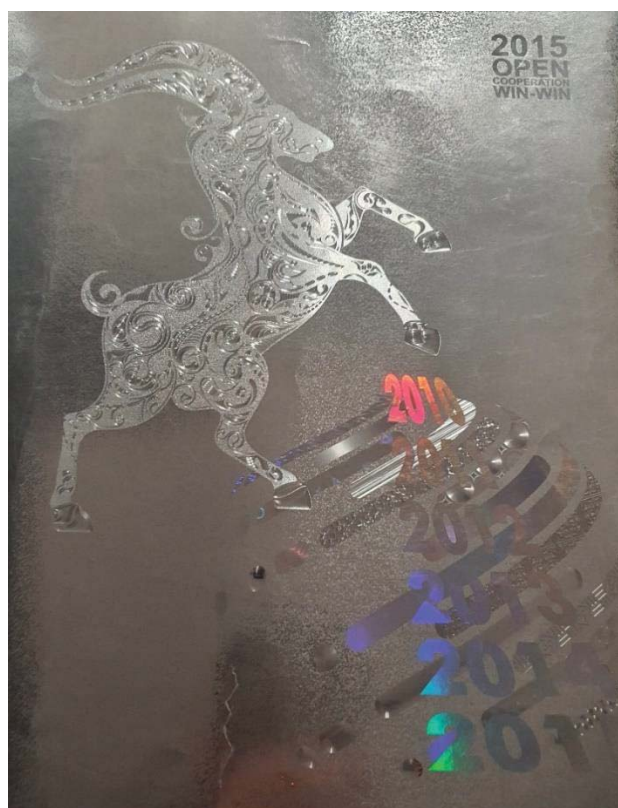


Рис.1. Фото составного УФ-рекомбинированного изображения.

Совмещение сложных контуров осуществляется на УФ рекомбинаторах, работающих по методу наложения изображений (UVR-2000), осуществляется с точностью около 200 мкм. На рекомбинаторах с точной засветкой (UVR-A3) – с точностью 20 мкм.

На Рис. 2 представлена микрофотография стыка контуров двух изображений, выполненных методом наложения. На Рис. 3 — методом точной засветки.

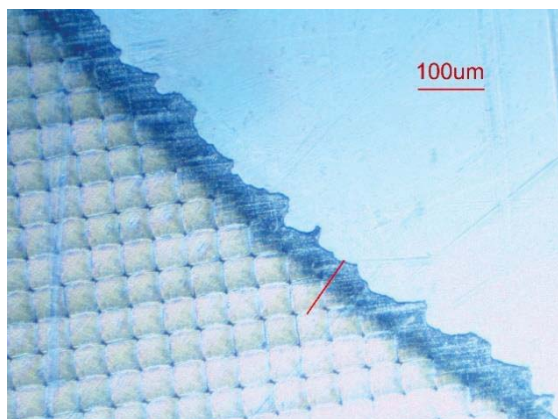


Рис. 2. Наложение

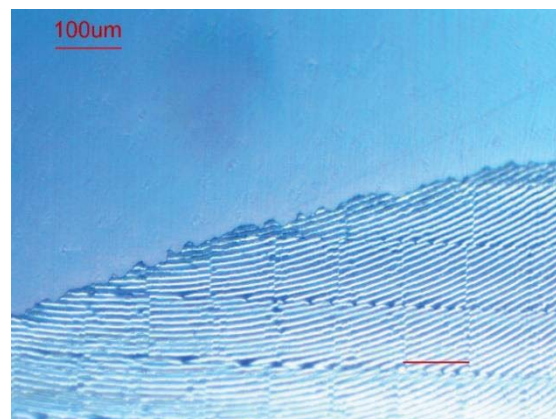


Рис. 3. Точная засветка

Особое значение для качества УФ-рекомбинации имеют свойства используемого фотополимера: спектральный диапазон отверждения, чувствительность, усадка, механические свойства. В Таблице 2. приведены некоторые характеристики современных фотополимеров, используемых для воспроизведения рельефов. Из большого количества доступных фотополимеров для анализа нами подбирались лучшие по оптическим и механическим свойствам, разрешению и чувствительности.

Таблица 2. Характеристики фотополимеров

	Спектр, нм	Чувствительность, мДж/см ²	Усадка, %	Твердость по Шору
KOR-365	365	150	12	70
e-res PLA	365-410	15	8	82D
Eryone-st	395-405	9	10	80
Jung-He	395-410	24	12	60
A-tech	405	20	6	50

Все эти полимеры применимы для рекомбинации, однако, если фотополимер еще и не растворяет фоторезист, то появляется дополнительное технологическое преимущество УФ рекомбинации — отказ от изготовления одиночного никелевого мастера. Рельеф для УФ рекомбинации можно снимать прямо с фоторезиста, не металлизировав фоторезист и не изготавливая никелевую реплику. Помимо экономии времени и затрат это снижает деградацию рельефа и возможность появления дефектов от пыли. А если используется УФ прокаточная машина, то гальванопластика вообще исчезает из технологической цепочки. Надо сказать, что гальваника, хоть и незначительно, но загрязняет среду за счет выноса из ванн небольшого

количества электролита при ополаскивании оправок, мастеров и рабочих матриц. Во многих странах это создает проблемы при размещении производства. Так, Статья 87 «Закона Китайской Народной Республики о предотвращении и борьбе с загрязнением почвы» предусматривает штраф не менее 100 000 юаней (около 900 т.р.) и конфискацию доходов за превышение норм содержания солей металлов в стоках.

Таким образом, использование УФ-отверждаемых материалов в голографических технологиях соответствует современным техническим и технологическим тенденциям, позволяет поднять качество финального продукта и уменьшить временные и финансовые затраты.

Список источников

- [1] А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин. Асимметричные профили в поверхностно-рельефных голограммах // Мир техники кино. — 2018. — №1(12). — С. 23–30.
- [2] С.Б. Одинокоев, А.Ф. Смык, А.В. Шурыгин. Формирование динамических и бинокулярных объемных изображений в защитных голограммах с нулевым порядком дифракции. // Автометрия. — 2020. — Т. 56. — № 2. — С. 55–61.

UV holographic recombination. Technical aspects.

A. Smyk, A. Shurygin

James River Branch LLC, Moscow, Russia

The presentation describes UV hologram recombination technology and industrial recombining machine. Mechanical and UV recombiners are compared as well as UV curable resins for surface relief reproduction.

Keywords: Optics, holography, photopolymer, UV relief reproduction.