

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ УДАЛЕНИЕ КРАСКИ МОЩНЫМ Nd:YAG-ЛАЗЕРОМ

Часто на изделия наносят функциональные поверхностные покрытия для придания им определенных свойств. Когда необходимо удалить эти слои, пользователь вынужденно применяет длительные рутинные операции. Новый мощный Nd:YAG-лазер компании Rofin-Sinar быстро удаляет с поверхности изделия функциональные покрытия, независимо от величины обрабатываемой площади.

Технология нанесения покрытия на поверхности изделий применяется часто. Известно, например, анодирование алюминия или комбинирование прозрачных электрических проводящих покрытий для генерации мощности или пикселей с высоким разрешением в солнечных элементах, выборочное нанесение краски в процессе печати или антикоррозионное покрытие поверхности. И всякий раз возникает вопрос: как добиться выборочного покрытия или наоборот, как выборочно удалить эти покрытия.

Уже длительное время существует лазерная технология удаления покрытий. Лазеры способны испарять покрытия с шириной удаляемого слоя от 20 – 50 мкм. Новый лазер (DQ-Series) фирмы Rofin-Sinar демонстрирует удаление покрытия со скоростью от 20 до 100 см/с, обеспечивая тем самым новые возможности выборочного удаления.

БЫСТРО И БЕЗОПАСНО

Удаление краски или лаков в основном осуществляется по двум причинам: основной материал под краской подлжет проверке, следовательно, его необходимо очистить, или покрытие мешает проведению дальнейшего технологического процесса, например клейке или сварке. Наиболее часто встречающийся пример – это самолеты с их регулярными С- и D-тестами. Для контроля корпуса на наличие трещин и износа покрытие конструкции самолета должно быть полностью снято.

В крупных пассажирских самолетах покрытия удаляют главным образом химическим способом, поскольку лазеры пока не способны охватить достаточно большую площадь. С новыми высокоэффективными лазерами DQ-Series это стало возможным. И фирма постоянно ведет дальнейшие разработки. Сегодня Nd:YAG-лазеры, производимые фирмой Rofin-Sinar, уже можно использовать для удаления покрытий в области баков, которые находятся в крыльях самолета. Заклепки и болты внутри баков герметизируются уплотняющей массой. Для проверки баков герметик необходимо убрать. До сих пор его удаляли в основном вручную. С применением лазера и системы обнаружения покрытия удаление герметика производится быстрее и эффективнее (рис.1). Головки, фокусирующие лазерное излучение, можно комбинировать с видеокамерами для того, чтобы пользователь сумел удалить покрытие без доступа в обрабатываемые детали.

ЛИНЕЙНОЕ УДАЛЕНИЕ ИЛИ СКАНИРОВАНИЕ

Лазер идеально подходит для линейного удаления лакового покрытия с металлического листа. Так, к примеру, удаление многослойного лакокрасочного покрытия с автомобильной жести можно проводить с шириной линии в 1 мм (рис.2). При этом каждый отдельный лазерный импульс достигает поверхности жести и полностью испаряет все слои лака. При наложении одиночных импульсов от 6 до 20 кГц достигается требуемое линейное удаление. Обработка не ограничивается только

линейным удалением покрытий. За счет применения сканирующей оптики и систем перемещения возможно удаление с плоского участка поверхности со скоростью более 50 см² в секунду. Ширина каждой линии при сканировании может находиться в границах 600 – 2000 мкм (рис.2,а). Скорость лазерного луча на обрабатываемом изделии составляет 3000 – 8000 мм/с.

Комбинация частоты лазерных импульсов со скоростью перемещения и размером обрабатываемого участка является ключевым моментом технологии и требует подбора оборудования в лаборатории изготовителя. Существующие системы с мощностью 350, 500, 800 и 1000 Вт оптимально подходят для проведения подобных испытаний. Наиболее мощная из существующих сегодня на рынке 1000 Вт система может передавать на поверхность обрабатываемой детали импульсы с энергией до 150 мДж. Лазерное излучение передается с помощью гибкого оптического волокна на расстояние длиной до 35 м. Таким образом, лазер можно использовать в ручном (рис.2,б) или программируемом режимах. Его также можно легко встроить в многокоординатные системы повышенного разрешения: роботы или 2D- и 3D-координатные столы.

Помимо удаления покраски в промышленном масштабе технология реализует и другие методы: выборочное удаление защитного покрытия при производстве автомобилей или, когда к листу металла, заранее покрытому слоем антикоррозионного материала, необходимо приварить другую конструкцию. Такие заготовки, называемые нестандартными, являются композицией из двух или более материалов, возможно даже с разной

толщиной, качество которых меняется при взаимодействии с лазерным излучением. Некоторые функциональные слои, к примеру, цинк и алюминий-кремний препятствуют сварочным операциям, поэтому раньше автомобилестроители использовали только высокопрочную сталь типа 22MnB5. Теперь они, имея твердотельный лазер высокой мощности, могут целенаправленно снимать защитные слои на участках, предназначенных для последующей сварки.

Использование источника лазерного луча мощностью до 1000 Вт открывает для удаления слоев совершенно новые возможности, которые пока до конца не оценены потребителем. Предметами, достойными обсуждения, являются повышение мощности и выбор другой длины волны для оптимизации поглощения и создания луча высокого качества. Во многих случаях лазер применяется в промышленном масштабе для удаления слоистых комбинаций современного тонкопленочного солнечного элемента. Удаление с поверхности производится со скоростью 50 см/с. Время, затрачиваемое на обработку одного элемента, менее 20 с. Другая область применения лазера – активирование поверхности для последующего сцепления с другим материалом и структурирование плоских индикаторных панелей для жидкокристаллических и плазменных экранов.

Лазер с модулированной добротностью компании Rofin-Sinar основан на технологии диодной накачки. В основе лежит искусственное препятствие генерации при непрерывно действующей накачке резонатора, закрытого оптическим затвором. При открытии этого оптического затвора вся накопленная энергия аккумулируется в очень коротком импульсе и резонатор снова запирается. Данный процесс непрерывно повторяется, при этом длина импульса может варьироваться в диапазоне от 15 до 400 нс. С помощью коротких импульсов данного типа достигаются пиковые значения мощности импульсов, 1000-кратно превышающие средние значения мощности. Возможно использование частот в диапазоне от непрерывного до 200 кГц.

В настоящее время в наличии представлены новые серии DQ в версиях Standard, Premium и Premium+, различающиеся по мощности и конфигурации. Лазеры серии Premium оснащены оптическим ослабителем, обеспечивающим дополнительную точность и стабильную настройку параметров во времени, и гарантирующим тем самым получение надежных результатов. Во всех версиях в корпус лазера можно интегрировать второй резонатор. Подобная компоновка позволяет уменьшить инвестиции в оборудование, удвоить производительность и облегчить интеграцию в существующую установку. Управление осуществляется в версиях Premium отдельно, так что в корпусе могут действовать два формально независимых друг от друга источника луча.

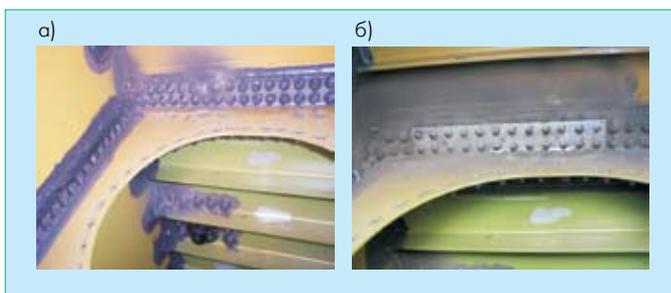


Рис.1 Вид на центр бака, расположенного в крыле самолета: а) механические крепежи, покрытые герметиком ; б) крепежи после очистки с помощью Nd:YAG-лазера (по материалам Национальной лаборатории Pacific Northwest и GLC)

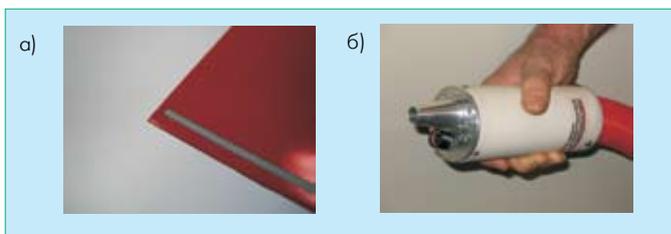


Рис.2 Удаление краски: а)очищенная полоска на металле шириной около 1 мм, б) ручной режим работы

Вращающиеся фотонные кристаллы как элемент цветных дисплеев

О возможности создания дисплеев, управляемых магнитным полем, говорили давно. Естественно было бы использовать магнитооптические материалы, в которых имеется вращение плоскости поляризации света (эффект Фарадея). Это явление позволяет создать дисплей по аналогии с жидкокристаллическим: управление интенсивностью света, проходящего сквозь поляризатор, расположенный на выходе ячейки, идет за счет изменения плоскости поляризации света. Однако широкому распространению магнитооптических мониторов мешает рост оптического поглощения вместе с усилением эффекта Фарадея. Так, наиболее известные магнитооптические материалы – ферриты-гранаты – практически непрозрачны в синей и фиолетовой областях спектра. Это не позволяет создавать на их основе цветные дисплеи.

Большие надежды возлагают на устройства из неоднородных сред с периодически меняющимся показателем преломления – фотонные кристаллы. Управлять свойствами такой структуры, а значит и цветом элемента дисплея, можно, меняя показатель преломления для циркулярно поляризованных волн с помощью магнитного поля. Однако те же технические проблемы остаются нерешенными. Гораздо ближе к задаче построения магнитохромного дисплея подошли корейские ученые, используя другое свойство фотонных кристаллов – зависимость отраженного цвета от угла падения волны. Принцип действия (рис.1) таков: внутри сферы из полимера (диаметр 10–100 мкм) периодически расположены магнитные наночастицы. Взвешенная в масле микросфера может свободно вращаться. Если излучение падает в направлении магнитной цепочки (или под углом менее 15°), то цвет отраженного излучения определяется в основном расстоянием между наночастицами. Если же под

действием магнитного поля частица повернется так, что цепочки магнитных частиц ориентируются перпендикулярно лучу света, то микросфера будет бесцветной.

Различие в цвете микросфер трех основных цветов во «включенном» и «выключенном» состоянии (рис.2) объясняют разные диаметры магнитных наночастиц, расположенных внутри микросфер: 127, 154, и 197 нм. Изготовление микросфер основано на явлении самоорганизации. Процесс идет в три этапа, это хороший пример стратегии «снизу вверх» («bottom-up»): 1 – первоначально смесь наночастиц Fe_3O_4 и полиэтилендиакрилата размешивали в машинном масле до образования микрокапель, взвешенных в масле; 2 – магнитные частицы внутри капель самопорядочивались в периодические структуры, их период определялся балансом сил электростатического отталкивания и магнитостатического притяжения, величину которого можно регулировать внешним магнитным полем; 3 – при освещении получившейся взвеси УФ-излучением капельки полиэтилендиакрилата полимеризуются, в них закрепляются периодические структуры из магнитных наночастиц.

Недостаток таких дисплеев – малый угол обзора, до 30° . Пока они могут представлять интерес для приложений. Когда управление с помощью и магнитного, и электрического поля станет возможным, это позволит дисплеям на вращающихся микросферах завоевать нишу на едва нарождающемся рынке цветной электронной бумаги.

А. Пятаков

Печатается с разрешения редакции «ПерСт» 2009, т.16, в.19

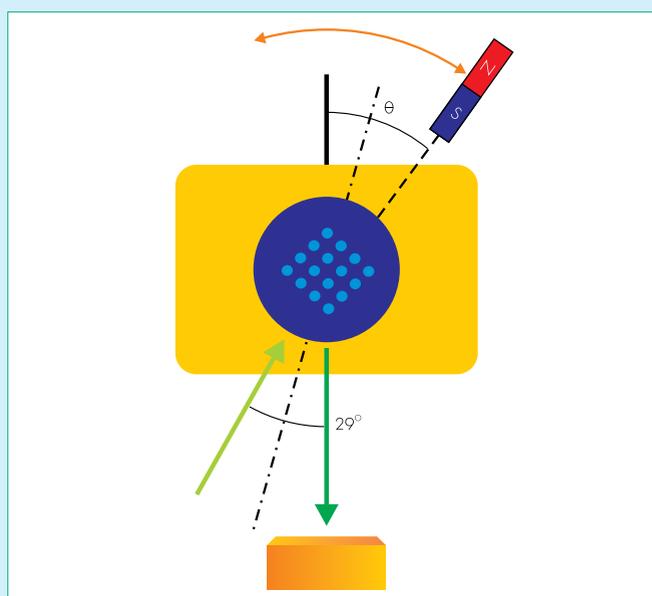


Рис.1 Полимерная микросфера с периодически расположенными наночастицами изменяет цвет отраженного излучения при вращении под действием магнитного поля

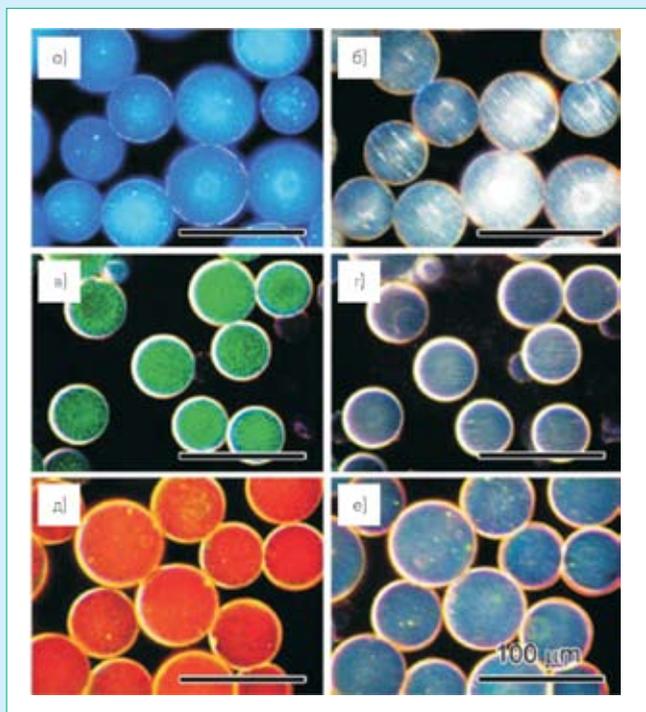


Рис.2 Микросферы различных цветов: а), в), д) во «включенном» (цепочки магнитных наночастиц ориентированы параллельно лучу зрения) и б), г), е) «выключенном» (ориентация перпендикулярно лучу зрения) состояниях

УралЛИТЦ – успехи первого года работы

15 октября 2008 года в Екатеринбурге (Уральский федеральный округ России) начал функционировать первый из четырёх российских региональных лазерных инновационно-технологических центров. Он родился в рамках совместного российско-немецкого проекта по созданию испытательных, консультационных и обучающих центров по лазерной технике в российских регионах. И теперь УралЛИТЦ подвёл первые итоги. За это время в Центре разработаны лазерные технологии:

- термоупрочнения сложноформованной накладки из стали 30ХГСА до (50 – 60) HRC на глубину 0,75 – 0,8 мм;
- резки и сварки изделий точных изделий из титана;
- резки группы тонких и длинных щелей размером 0,4 x 55 мм по цилиндрической поверхности стального кольца диаметром около 250 мм с толщиной стенки 5 мм;
- сварки системы силовых шестерён на общем валу;
- сварки точных узлов новых изделий;



- резки сложноформованных изделий из алюминия и углеродистой стали, включая обрезку припусков.

Кроме этого, специалистам Уральского региона была презентована лазерная установка TLC1005 производства фирмы TRUMPF (Германия) и её технологические возможности. Регулярно проводятся подробные технические консультации. Это позволило промышленным фирмам, участникам семинаров Центра, модернизировать ряд своих изделий. Более подробную информацию о деятельности НП УралЛИТЦ вы найдёте на сайтах www.rcl.ug.ru и www.laser-itc.org



В. Комаров