

Концепция развития «зеленых» технологий в дисплейной индустрии

Александр САМАРИН

Экологически безопасные технологии и «зеленые» решения должны не только обеспечивать производство высокотехнологичные продуктов, но и делать их безвредными для человека и окружающей среды. Стратегия развития «зеленых» технологий стала в настоящее время доминирующим фактором в политике развитых стран. Концепция таких технологий становится весьма актуальной в различных сферах производства и потребления, в том числе и в секторе ЖК-дисплеев. Использование экологических технологий становится важным фактором развития современной дисплейной индустрии.

Введение

Первая волна, характеризующая развитие дисплейной TFT-LCD технологии, была направлена в основном на улучшение параметров цветных фильтров, углов обзора, яркости, контраста, быстродействия ЖК-ячеек и качества движущегося изображения. Вторая волна прогресса в ЖК-дисплейной индустрии была ориентирована на уменьшение цены продукции, чтобы стимулировать массовое потребление ЖК-мониторов и ЖК-телевизоров. Сегодня развитие дисплейной индустрии проходит под девизами «Зеленые технологии», «Зеленый дисплей», Green Design, «Эко-дисплей». Основная идея таких технологий — уменьшение энергопотребления, снижение расходов материалов и отходов на всем цикле жизни продукта, начиная от его производства, включая эксплуатацию и кончая утилизацией. Учитываются даже косвенные факторы влияния на социальные и экологические процессы.

Увеличение размеров экранов современных ЖК-телевизоров, а также количества телевизоров и компьютерных мониторов привело к резкому увеличению суммарной мощности, потребляемой этими приборами. Между тем производство большеформатных ЖК-панелей продолжает наращиваться, компании вводят в строй все новые и новые фабрики 8G, 9G и 10G. Оборудование этих фабрик также потребляет огромное количество электроэнергии в процессе непрерывной круглосуточной работы. Правительства многих стран, а также международные регулирующие организации всерьез озабочены уровнем энергопотребления, а также уровнем выброса вредных веществ, сопровождающих процессы производства. Потребитель

тоже в определенной степени заинтересован в приобретении «зеленых» товаров, в которых используются экологичные материалы, обеспечивающие минимальный вред в процессе эксплуатации и последующей утилизации. Следует заметить, что во многих цивилизованных странах потребитель по закону отвечает за правильную утилизацию отработанной бытовой техники и ее компонентов, а также расходных материалов и элементов питания.

«Зеленые» дисплейные технологии

Применительно к дисплейной индустрии можно выделить три направления для внедрения «зеленых» технологий: конечный продукт (ЖК-панель, ЖК-телевизор, ЖК-монитор), технологический процесс и оборудование самой фабрики. Основная стратегия таких технологий по направлениям:

- «Зеленый» дисплей:
 - дисплеи с пониженным энергопотреблением;
 - использование светодиодной подсветки с технологией локального диммирования;
 - повышение коэффициента пропускания ЖК-панелей;
 - эффективная система энергопотребления.
- «Зеленые» технологические процессы:
- сокращение числа технологических операций;
 - сокращение применения высокотемпературных процессов;
 - уменьшение температуры процессов;
 - сокращение расходных технологических материалов (воздух, вода);
 - активное внедрение процессов струйной печати вместо вакуумных процессов.

«Зеленые» фабрики (оборудование, инфраструктура):

- уменьшение выбросов углекислого газа и других технологических газов;
- использование оборудования с низким энергопотреблением;
- использование процессов регенерации и рециркуляции материалов.

С одной стороны, производитель отчасти и сам заинтересован в этих процессах, поскольку это приводит к уменьшению себестоимости конечного продукта. С другой — при разработке и внедрении альтернативных технологий необходимы дополнительные затраты средств и времени. Внедрение новых технологий стимулируют регламенты национальных и международных стандартов. Стандартизация технологических процессов также приводит к экономии материалов и энергии и уменьшению отходов.

«Зеленый» дисплей (эко-дисплей)

Уменьшение энергопотребления современных ЖК-телевизоров в первую очередь достигается за счет использования более эффективной задней и локальной динамической подсветки, эффективных источников питания, эффективных дисплейных интерфейсов с уменьшением как энергопотребления, так и уровня ЭМИ. Светодиодная подсветка с источниками с эффективностью 80 лм/Вт дает экономию на 40% по сравнению с люминесцентными лампами.

Уменьшение энергопотребления достигается и за счет увеличения коэффициента пропускания панели. Лучший коэффициент пропускания на данный момент обеспечивает технология с вертикальной ориентацией ЖК-материала (VA). Увеличение апертуры ЖК-ячейки также дает выигрыш по яркости,

а значит, дает ресурс для уменьшения потребления источника подсветки.

Уменьшение веса и толщины ЖК-телевизора также способствует сокращению затрат на материалы. Разработаны стандарты спецификаций Energy Star, EuP и TCO, регламентирующие соответствие классу Green TV.

Другим важным критерием соответствия продукта этим спецификациям является отсутствие вредных материалов, таких как свинец, ртуть, кадмий, шестивалентный хром, бром и т. п. (требования Restriction of Hazardous Substances, RoHS).

«Зеленые» технологические процессы

Ключевыми направлениями в этом случае являются:

- сокращение числа технологических циклов и введение альтернативных процессов;
- исключение операций с большими энергозатратами;
- уменьшение энергозатрат отдельных технологических операций;
- уменьшение температуры технологических операций за счет разработки новых решений;
- исключение материалов, требующих энергозатрат, или технологий, приводящих к загрязнению среды;
- замена вакуумных операций на альтернативные;
- сокращение операций «мокрого» травления для сокращения использования воды и реактивов;
- внедрение операций струйной печати вместо фотолитографии;
- сокращение числа циклов фотолитографии при изготовлении транзисторной матрицы до четырех.

«Зеленые» фабрики

На рис. 1 показана структура фабрики и система использования ресурсов в процессе производства TFT ЖК-панелей. Представлен полный цикл производства и утилизации продукта.

Ключевыми направлениями внедрения «зеленых» процессов в данном секторе являются:

- сокращение энергопотребления технологическим оборудованием;
- сокращение выбросов парниковых газов;
- сокращение потребления воды;

SF₆ — шестифтористая сера, бесцветный, нетоксичный, негорючий газ без запаха, используется как реагент для плазмохимического травления в технологии ЖК TFT-панелей. Имеет высокий потенциал для увеличения глобальной температуры воздуха (Global Warming Potential, GWP) и способствует возникновению парникового эффекта.

NF₃ — трифторид азота, газ, используется в производстве ЖК-панелей и полупроводниковых микросхем. Этот газ также относится к категории, имеющей высокий GWP.

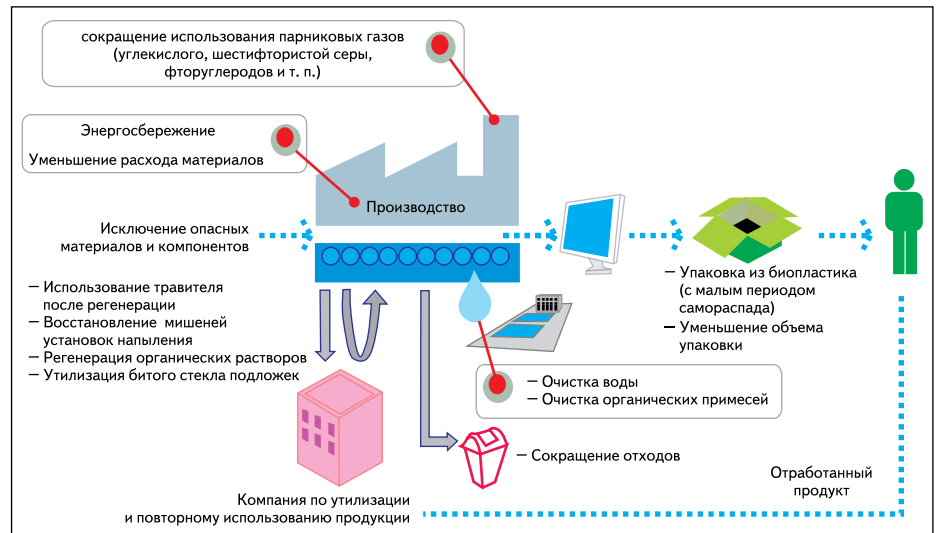


Рис. 1. Структура процессов «зеленой» фабрики ЖК-дисплеев

- активное использование регенерации воды и реактивов.

На фабриках новых поколений используются эффективные энергосистемы, позволяющие значительно снизить затраты на освещение, обогрев и вентиляцию производственных площадей. Активно применяется светодиодное освещение. На заводе 10-го поколения Sharp на крышах цехов установлены солнечные батареи, которые позволяют частично уменьшить потребление электроэнергии из магистральной электросети.

Электрическая энергия, вода и парниковые газы (главным образом CO₂, SF₆ и NF₃) являются наиболее критичными ресурсами, которые могут непосредственно влиять на окружающую среду.

За последние годы крупнейшими производителями ЖК-дисплеев были предприняты значительные усилия для сокращения энергопотребления, а также потребления воды и технологических газов. В результате, например, достигнуто снижение потребления воды и энергии на 40–70% на предприятиях компании AUO. Компания AUO снизила годовой уровень выброса углекислого газа на 87 000 т по сравнению с 2000 годом. Введение контуров рециркуляции теплового воздуха и воды позволило сократить расход энергии и воды в системах поддержки чистых комнат. За год экономия электроэнергии составила 1 200 000 кВт/ч.

Стандарты, регламентирующие уровень потребления ЖК-телевизоров

Правительства развитых стран в последнее время озабочены возросшим числом и уровнем потребления бытовой техники. Для сокращения расходов электроэнергии в бытовом секторе принимаются законы, в соответствии с которыми будет ограничиваться ввоз и продажа бытовой техники с высоким энер-

гопотреблением. В Евросоюзе почти на всей бытовой технике имеется специальная евро-наклейка с обозначением класса энергосбережения — от А до G. К классу А относятся наиболее экономичные приборы. На той же наклейке указывают и годовое потребление электроэнергии в киловатт-часах.

Как уже отмечалось ранее, широкое распространение телевизоров с большим размером экрана привело к резкому повышению потребления электрической энергии в бытовом секторе. Так, только в одной Калифорнии 35 млн телевизоров потребляют в год 8,772 ГВт·ч, что составляет 10% годового потребления электричества в этом штате США! Конкретно для данного штата был принят закон, который регламентирует уровень энергопотребления телевизоров с диагоналями менее 58 дюймов. Плазменные телевизоры в Калифорнии пока не запрещены, они просто должны соответствовать этим требованиям. Предполагается, что использование ограничительных мер позволит уже в 2011 году снизить потребление энергии в Калифорнии только от сектора плоских телевизоров на 33%.

В соответствии с принятым стандартом, например, телевизор с экраном 42 дюйма должен потреблять не более 183 Вт в 2011 году и 115 Вт к 2013-му, а 36-дюймовый экран — не более 148 Вт в 2011-м и 95 Вт в 2013 году. На тип технологий экрана ограничений нет. Однако телевизорам с плазменными панелями в этих условиях «выжить» будет довольно тяжело.

32-дюймовый ЭЛТ-телевизор образца 1999 года (рис. 2) весил 20 кг и имел потребление 150 Вт. Сейчас 32-дюймовый ЖК-телевизор весит всего 11 кг и потребляет меньше 90 Вт.

С одной стороны, использование таких телевизоров даст экономию в \$50–250 и самому пользователю: только за счет экономии электрической энергии за время эксплуатации телевизора.



Рис. 2. Типичный 32-дюймовый ЭЛТ-телевизор образца 1999 года

Уже сейчас в продаже доступны модели телевизоров, которые соответствуют этим требованиям. Безусловно, это будет стимулировать покупку новых телевизоров и доминирование на рынке новых моделей с малым потреблением энергии.

В 2009 году был разработан международный стандарт IEC 62430 "Environmentally conscious design for electrical and electronic products", в котором регламентируются базовые экологические требования, которым должны соответствовать бытовые электронные и электрические приборы. Европейская директива 2002/96/ЕС устанавливает порядок утилизации электрического и электронного оборудования (Waste electrical and electronic equipment, WEEE), а директива 2002/95/ЕС ограничивает применение опасных материалов в электрических и электронных приборах (RoHS).

Уровень потребляемой энергии в процессе работы бытовой техники ограничен отдельными требованиями. В 2005 году в Европе была разработана директива 2005/32/ЕС On Ecodesign of energy-using products (EuP). Стандарт EuP определяет уровни потребления для рабочих и дежурных режимов определенных категорий приборов, в том числе телевизоров, компьютеров и мониторов. Товары, не удовлетворяющие этим требованиям, не будут допущены на европейский рынок.

Стандарт Commission regulation (EC) No 642/2009 устанавливает требования к дизайну телевизионных приемников. В частности, начиная с 20 августа 2010 года в рабочем режиме потребляемая мощность телевизоров с экраном размером площади «А» в квадратных дюймах не должна превышать следующие пороговые значения:

- экраны с разрешением Full HD:
20 Вт + А×1,12×4,3224 Вт/дюйм²;
- все остальные экраны:
20 Вт + А×4,3224 Вт/дюйм².

Начиная с 1 апреля 2012 года требования по потреблению еще более ужесточаются. Предел потребления для всех типов разрешений экрана телевизоров должен быть меньше порога: 16 Вт + А×3,4579 Вт/дюйм².

Требования также регламентируют и минимальный уровень яркости телевизора, чтобы на рынок не попали модели, соответствующие требованиям по энергопотреблению, но с чрезмерно низкой яркостью.

Проблемы утилизации продуктов высоких технологий

Надежность современной электронной бытовой электроники довольно высока, поэтому выбрасывают ее практически в исправном состоянии. Морально устаревшая электроника,

как правило, заканчивает жизнь на свалке либо на мусороперерабатывающем заводе (рис. 3). Увы, из обращения каждый год выводятся десятки миллиардов единиц электрической и электронной продукции, в том числе дисплеев. Общий вес электронного мусора составляет, по оценкам экспертов, более 50 000 000 т. Если все эти отходы загрузить в железнодорожные вагоны, получится состав длиной с экватор.

Какие же варианты утилизации возможны?

Повторное использование

Это лучший вариант для продления жизни электронных приборов, однако в Европе или в США вряд ли найдется массовый покупатель б/у техники. Только в странах третьего мира.

Переработка

Это лучший способ вернуть хотя бы часть ресурсов продукции и снова пустить их в дело. Мусороперерабатывающие заводы как раз и предназначены для этого. Современный мусороперерабатывающий завод, ориентированный на утилизацию электроники, довольно дорог, а процесс непростой. Количество таких заводов ограничено и физически не может обеспечить переработку огромных объемов электронного мусора.

Свалка

При таком способе захоронения ядовитые химические соединения в течение долгого времени вымываются в окружающую среду или испаряются в атмосферу. Такая практика борьбы с ненужной электроникой используется практически во всех странах мира, кроме, разве что, Европы.

Сжигание

При этом в атмосферу выбрасываются и оседают в почве тяжелые металлы: свинец, ртуть и кадмий. При сжигании ПВХ в атмосферу выбрасываются также диоксины и бромированные антипирены.

Практически же большая часть электроники перерабатывается вручную: с выжиганием кабелей и проводов на открытом огне и выплавкой цветных металлов в печах. А пластмассовые детали просто сжигаются.

Экспорт

В последнее время развитые страны с высоким уровнем потребления предпочитают сокращать гигантские расходы по утилизации своего электронного мусора, вывозя электронные отходы в страны Азии и Африки (рис. 4, 5). В большинстве случаев этот экспорт — незаконный. Проверка 18 европейских морских портов, проведенная в 2005 году, показала, что 47% отходов, в том числе электронных, экспортируются из стран ЕС нелегально. Только из Великобритании в 2003 году в страны Азии и Африки было незаконно вывезено по меньшей мере 23 000 кубометров электронного мусора.



Рис. 3. Фабрика по утилизации ЭЛТ-мониторов в работе



Рис. 4. Мониторы разбирают вручную в поисках цветных металлов (Гана)



Рис. 5. Китай. Дети разбирают электронный хлам

В США, по некоторым оценкам, от 50 до 80% собранных на переработку отходов заканчивают свою жизнь в Индии или Китае.

В 2000 году КНР попыталась остановить поток электронного хлама, запретив его ввоз в страну. Такие центры есть и в Индии. На свалках в Дели занято до 25 000 человек. За год они вручную перебирают 10 000–20 000 т электронного мусора, который на четверть состоит из старых компьютеров.

Заключение

Реально роль человека в изменении климата ничтожна. Солнце нагревает поверхность Земли с такой энергией, что всеми остальными источниками разогрева можно пренебречь. Опасность глобального потепления сильно преувеличена, и влияние парниковых газов тоже. Углекислый газ участвует в биосинтезе планеты и активно усваивается растениями. Процент его выброса вследствие производственной деятельности человека по сравнению с естественными источниками животного и растительного происхождения просто ничтожен и вряд ли может заметно повлиять на экологию планеты. Вулканическая деятельность и прочие геопроцессы имеют уровни энергии, на несколько порядков превосходящие уровни энергии, используемые при деятельности человека. А вот локальные загрязнения воды и почвы — более актуальны и наносят реальный вред.

Так или иначе, уменьшение расхода энергии и отходов производства — весьма

достойная цель. На этом фоне шаги, предпринимаемые производителями электроники, можно расценивать как бутафорию, направленную на привлечение покупателей, которым не чуждо чувство заботы о природе. Пока что рано рассуждать о том, заметен ли эффект от внедрения «зеленых» технологий: слишком мало времени прошло с момента внедрения первых стандартов и начала выпуска первых экологически чистых технологических продуктов. ■

Литература

1. Souk J.H., Whangbo S. Green Technology in LCD // Digest SID'10. LCD Division, Samsung Electronics. Nongseo-Dong, Giheung-Gu, Yongin-City, Gyeonggi-Do, Korea.
2. Po-Lun Chen. Green TFT-LCD Technologies // Digest SID'10. AU Optronics Corporation.
3. Kerofsky L., Daly S., Xu X., Deshpande S., Yuan C. Power-Efficient LC-TV with Smart Grid Demand Response Functionality // Digest SID'10.
4. Advanced Video & Display Technologies, Sharp Laboratories of America, Camas, WA, USA.
5. http://www.energy.ca.gov/appliances/TV_Standards_Facts.pdf
6. Teunissen K. (C.), Schoenmakers T. JM, Olde L. J. de. EcoDesign for TV Displays Philips Consumer Lifestyle, Eindhoven, the Netherlands // Digest SID'10.
7. California Energy Commission TV-FAQ — http://www.energy.ca.gov/appliances/tv_faqs.html