

Л. Ф. КОВАЛЕНКО, И. Ю. ЖУРАКОВСКИЙ,
В. В. СТАШЕВСКИЙ, В. В. СЕВАСТЬЯНОВ

Украина, г. Винница, НИИ «Гелий»
E-mail: lctec@svitonline.com

Дата поступления в редакцию
12.11 2008 г. — 16.06 2009 г.

Оппонент д. т. н. В. М. СОРОКИН
(ИФП им. В. Е. Лашкарёва, г. Киев)

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МОНИТОРЫ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Рассматриваются особенности конструирования авиационных мониторов на ЖК-панелях. Выделены ключевые вопросы обеспечения заданных эксплуатационных характеристик ЖК-мониторов в кабине самолета.

В настоящее время основными производителями и поставщиками ЖК-мониторов для авиационной промышленности являются зарубежные фирмы. Наиболее качественные и надежные мониторы предлагают Varco (Бельгия), MicroMax, Audin Displays (США), КБ «Технотроник», НИИ «Волга», «Авиаприбор-Холдинг» (Россия), КБ «Дисплей», ИЦТ «Горизонт», «Микровидеосистемы» (Республика Беларусь) [1]. В Украине мнемонические ЖК-мониторы для авиации выпускает НТК «Электронприбор» совместно с СКТБ ИФП им. В. Е. Лашкарёва.

Главным предприятием в Украине по средствам отображения информации является НИИ «Гелий» (г. Винница), которое занимается разработкой и производством ЖК-дисплеев (на фотографиях представлены образцы выпускаемых ЖК-мониторов).

Применение ЖК-мониторов в авиационной технике обуславливает следующие преимущества (по сравнению с традиционно применяемыми электронно-лучевыми трубками и электромеханическими приборами):

- малый вес и малое энергопотребление;
- плоскую конструкцию;
- отсутствие высоковольтных напряжений;
- высокую надежность;
- отсутствие геометрических и нелинейных искажений;
- невосприимчивость к внешним электромагнитным полям.

Дополнительные преимущества ЖК-дисплеев заключаются в высокой яркости экрана (до 1000 кд/м) [2], больших углах обзора по горизонтали (110°) и вертикали (70°) при контрасте 1:20, широком диапазоне регулировки яркости, четкости считывания информации, незначительной площади обрамления экрана.

Размещение ЖК-мониторов в кабине самолета [1, 3] выдвигает ряд дополнительных требований к изделию по надежности и стойкости в связи с особыми

условиями эксплуатации, а именно: широким рабочим диапазоном температуры (от -40 до +55°C), яркой внешней засветкой (до 110 тыс. лк), механическими ударами (до 15g) и вибрациями в широком диапазоне частот (с суммарным среднеквадратическим ускорением до 5g). Кроме того, от авиационных мониторов требуется высокое качество динамического изображения и полная достоверность отображаемой информации при ее быстрой смене.

Для работы в таких условиях предусмотрен ряд мер по защите жидкокристаллического экрана (панели) и усилению конструкции видеомонитора. ЖК-экраны размещают в облегченном, но прочном герметичном корпусе, в котором также размещаются нагревательный элемент с датчиком температуры, система световых фильтров, устройство подсветки и защитное стекло с антибликовым покрытием (**рис. 1**).



Рис. 1. Структурная схема монитора

Если монитор универсальный (**рис. 2**), то его конструкция ограничивается корпусом и внешним интерфейсом для ввода информации (LVDS- или TTL-формата) и вывода информации о температурном режиме или внешней освещенности. Монитор многофункционального назначения (**рис. 3**) содержит блоки обработки видеoinформации и сопряжения с другими устройствами типа ЭВМ, а по периметру корпуса на лицевой панели — функциональные клавиши



Рис. 2. Универсальный 10,4"-монитор

управления и датчики замера внешней освещенности монитора.

Среди физических параметров авиационных мониторов выделяют размер и форму рабочей зоны (квадратная или прямоугольная), разрешающую способность (количество и размер пикселей), размер обрамления. Эти параметры отличаются от аналоговых параметров обычных мониторов, которые имеют характерные пропорции 3×4 или 9×16 в альбомной ориентации.

Мониторы для авиационной техники сконструированы таким образом, чтобы соответствовать промышленным и военным стандартам, и, как правило, имеют форму квадрата. Если же применяются прямоугольные мониторы, то, в основном, в портретной ориентации (рис. 4).

Защита ЖК-матрицы от внешних механических воздействий обеспечивается размещением перед матрицей защитного экрана, изготовленного из ударопрочного стекла толщиной 1,2 мм. Для четкого счи-



Рис. 3. Многофункциональный 10,4"-индикатор



Рис. 4. ЖК-мониторы в портретном (10,4") и альбомном (6,5") вариантах исполнения

тывания информации при внешних подсветках на защитный экран наносится специальное антибликовое покрытие.

ЖК-дисплеи являются пассивными устройствами отображения информации. Для того, чтобы сформированное изображение воспринималось глазом человека, его необходимо подсветить, в простейшем случае — естественным внешним светом. При недостаточном естественном освещении или его отсутствии предусматривается искусственный источник света. Большинство современных ЖК-матриц (LCD) работают в одном из трех режимов: в режиме полного отражения, при котором свет отражается от рефлектора, расположенного на тыльной стороне дисплея; в режиме полупрозрачности, при котором рефлектор отражает внешний фронтальный свет, но способен пропускать свет от источника, расположенного позади него; в режиме подсвечивания, при котором рефлектор отсутствует, а для подсветки изображения используется специальный фоновый источник света.

Прием, при котором используется специальный фоновый источник света, получил название «подсветка» (backlight). Для реализации подсветки используется несколько технологий, таких как электролюминесцентная (EL), светодиодная (LED) и подсветка флуоресцентными лампами с холодным катодом (CCFL).

Электролюминесцентная подсветка обеспечивает равномерное освещение и получение свечения различных цветов, в том числе и белого, чаще всего используемого в LCD. Источник света выполняется в тонком легком конструктиве. Энергопотребление при электролюминесцентной подсветке относительно мало, однако для ее организации необходим дополнительный источник переменного напряжения от 80 до 100 В с частотой около 400 Гц (типичное значение). В качестве такого источника используют преобразователи (инверторы) DC/AC, трансформирующие напряжение постоянного тока 5, 12, или 24 В в переменное напряжение требуемой величины. Срок жизни электролюминесцентной подсветки (снижение яркости наполовину) составляет

3000—5000 ч и зависит от установленной яркости свечения. Особенности электролюминесцентной подсветки следующие:

- плоский источник света с максимальной толщиной 1,3 мм, обеспечивающий равномерную подсветку большой площади;
- широкий диапазон напряжения питания переменного тока (максимальное напряжение 150 В) частотой 60...1000 Гц;
- цвет свечения зелено-голубой, желто-зеленый и белый.

Светодиодная подсветка характеризуется самым длительным сроком службы — минимум 50000 ч и большей, чем у EL-подсветки, яркостью [4]. Подсветка может работать от источника напряжения 5 В (с установкой токоограничительных резисторов). Цепочка светодиодов располагается вдоль боковых поверхностей дисплея или в виде матрицы под диффузором (рассеивателем). Цвет LED-подсветки может быть разным, но чаще всего используется желто-зеленый. Особенности светодиодной подсветки следующие:

- низкое напряжение питания;
- длительный жизненный цикл — в среднем выше 100000 ч;
- возможность подсвечивать красным, зеленым, оранжевым и белым цветом или многоцветной подсветки.

Подсветка флуоресцентными лампами с холодным катодом характеризуется относительно малым энергопотреблением и белым цветом очень большой яркости.

Используются как прямая, так и боковая подсветки. В обоих случаях свет распределяется по всей площади экрана диффузорами (diffuser) и световодами (light guide). Мониторы с боковой подсветкой имеют малую толщину и малое энергопотребление. Срок службы CCFL-подсветки 40000—50000 ч. Особенности подсветки флуоресцентными лампами с холодным катодом:

- высокая яркость;
- долговечность;
- малое потребление энергии;
- излучение белого света.

В зависимости от технических требований к ЖК-монитору используется любой из рассмотренных видов подсветки. На сегодняшний день технология изготовления светодиодов позволяет получить источники белого света с высокой светоотдачей, с уменьшенной стоимостью производства и более длительным сроком службы (сейчас производители указывают приблизительно 50000 ч непрерывного использования). Ввиду этого, белые светодиоды заняли доминирующее положение для использования их в качестве источников света в конструкциях подсветки ЖК-мониторов.

Уровень внешней освещенности в кабине пилота изменяется от темноты до прямого солнечного света (около 110000 лк). Информация, отображаемая на экране монитора, должна легко считываться в условиях высокого освещения, что требует наличия очень яркой подсветки, обеспечивающей яркость экрана до 800 кд/м² и выше. Кроме того, яркость подсветки должна изменяться от 0,4 до 800 кд/м² для удобного ночного отображения. Для регулировки яркости предусмотрены два режима: «день» — от 30 до 800 кд/м² и «ночь» — от 0,4 до 15 кд/м², а также автоматическая регулировка яркости в зависимости от изменения внешней освещенности.

При функционировании ЖК-монитора в условиях пониженной температуры окружающей среды (от 0 до -40°C) для обеспечения требуемого времени переключения ЖК-ячеек (15—30 мс) в конструкции видеомонитора предусмотрена система термостабилизации, состоящая из температурного датчика и нагревательного элемента. Нагревательный элемент изготавливается из термостойкого стекла с нанесенной на него прозрачной резистивной пленкой In₂O₃ (ITO) и металлическими контактами для подключения к блоку управления температурой. Нагревательное стекло располагается на тыльной стороне ЖК-матрицы и имеет оптический и непосредственный термический контакты с ЖК-пакетом, что обеспечивает оперативный прогрев пакета до плюсовой температуры при снижении температуры окружающей среды ниже 0°C и исключает образование капель росы при обратном процессе.

Изготовление мониторов для жестких условий эксплуатации требует высокой профессиональной подготовки персонала, наличия производственных «чистых» зон, оборудования для проверки и испытаний ЖК-панелей и мониторов.

Знание вышеперечисленных особенностей конструкции ЖК-мониторов и решение связанных с ними проблем позволит в ближайшее время организовать их производство в Украине и обеспечить авиационную промышленность отечественными авиационными ЖК-мониторами.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Беляев В., Жуков Н. Дисплеи с повышенной надежностью для авиации и военной техники // Электронные компоненты. — 2002. — № 2. — С. 20—24.
2. Жданкин В. К. Плоскопанельные жидкокристаллические дисплеи повышенной яркости // Современные технологии автоматизации. — 2004. — № 1. — С. 36—42.
3. Гузенкова Н. Д. Состояние и перспективы развития рынка дисплеев военного назначения в США // Электронная промышленность. — 2006. — № 4. — С. 91—96.
4. Самарин А. Светодиодная динамическая подсветка цветных ЖК-дисплеев // Электронные компоненты. — 2003. — № 4. — С. 80—82.