

ЦЕНТР МИКРОСИСТЕМОТЕХНИКИ ПЕРЕДОВЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

И.Баранник
Ю.Белогубов
Н.Иванов, к.т.н. mst@avangard.org, ivanov@avangard.org

Российско-белорусский центр микросистемотехники (МСТ) создан в ОАО "Авангард" в соответствии с научно-технической программой Союзного государства "Микросистемотехника". Программа предполагает разработку инновационных конструкций и технологий изделий микросистемотехники и приборов на их основе, а также создание специализированного технологического оборудования. При проектировании и строительстве чистых производственных помещений центра за основу были взяты передовые отечественные и зарубежные решения в области построения инженерных систем обеспечения микроклимата и подготовки технологических сред.

Необходимость создания современного серийного производства изделий МСТ, которое сегодня стало объективной реальностью, диктуется несколькими обстоятельствами:

- для решения задач комплексной безопасности техносферы требуется массовое внедрение в промышленность, транспортные системы, жилищно-коммунальное хозяйство и другие отрасли приборов и систем контроля состояния различных объектов (мостов, туннелей, плотин, зданий, объектов культурного наследия, трубопроводов и др.) и построения на их основе систем мониторинга, как объектовых, так и территориальных. Эффективность подобных систем определяется применением в качестве физических и химических сенсоров высокочувствительных миниатюрных изделий, реализуемых на принципах МСТ;
- дальнейшее совершенствование специальной техники невозможно без развития технологии МСТ, которая позволяет реализовать принципиально новые сенсоры, а также датчики навигационной информации, устройства частотной селекции, коммутацию высокочастотных и оптических сигналов и многое другое. Обеспечить необходимое качество изделий МСТ

для специального применения и снижение себестоимости можно только при серийном производстве и недостижимо в условиях единичного лабораторного производства;

- анализ мировых тенденций развития микроэлектроники и приборостроения показывает расширение применения технологий МСТ во всех сферах деятельности человека и постоянное увеличение объемов производства приборов и систем на базе изделий МСТ;
- отечественная наука и ряд предприятий имеют существенные достижения в области разработки изделий МСТ. В соответствии с федеральными программами и в инициативном порядке выполнен ряд перспективных разработок, созданы основные базовые технологии. Однако массовое внедрение сдерживается отсутствием специализированного серийного производства подобных изделий;
- технологии МСТ – это микро- и нанотехнологии. Для их реализации необходимы особо чистые термостабилизированные производственные помещения, оснащенные высокоточным автоматизированным оборудованием, исключаяющим влияние субъективных факторов и природных явлений на качество изделий. Создание подобных производств при каждом разрабатываемом

НИИ и КБ невозможно и нецелесообразно, поэтому централизованная производственная база с возможностью коллективного доступа – вполне современное решение.

ОАО "Авангард" выступило с инициативой создания на принципах государственно-частного партнерства специализированного серийного производства изделий МСТ. Инициатива была одобрена и поддержана на государственном уровне [1].

При решении комплексной задачи создания и запуска производства инновационной микроэлектронной продукции требуется инженеринговый подход, предусматривающий детальную проработку технологической составляющей во взаимосвязи с работой основного технологического оборудования и многочисленных инженерных систем [2]. Последовательное, т.е. "по мере поступления", решение задач не приведет к успеху, хотя и позволит освоить значительную долю средств.

При создании Центра МСТ в первую очередь учитывались особенности современных наукоемких радиоэлектронных производств: комплексность, высокий уровень требований не только к основному технологическому оборудованию, но и к специальным инженерным системам по подготовке чистых технологических сред, утилизации жидких и газообразных отходов. Большое внимание уделялось и системам глубокой автоматизации всего производственного комплекса, несущим и ограждающим конструкциям чистых помещений, принципам организации труда персонала, обеспечению энергоэффективности всех процессов.

Специалисты ОАО "Авангард" после ознакомления с рядом ведущих микроэлектронных производственных комплексов Европы и Кореи и анализа отечественного опыта в этой области сформулировали технические требования к будущему Центру микросистемотехники. Эти требования стали основой концепции построения чистых производственных помещений с соответствующей инфраструктурой.

Концепция построения нового производства изделий МСТ была разработана финским исследовательским техническим центром VTT (город Espoo) в 2009 году. На основе этой концепции московская проектная компания ООО "Инвар-Проект" подготовила проектную документацию.

Генеральным подрядчиком на строительство и запуск в эксплуатацию чистых помещений с инженерными системами на конкурсной основе была выбрана компания M+W Process Industries GmbH (Штутгарт, Германия), имеющая

большой опыт создания конкурентных производств в Европе, Азии и Америке.

В период с 2010 по 2012 годы была разработана рабочая документация на строительство нового производства, проведены подготовительные работы на объекте, выполнены демонтажные работы по удалению из существующего здания старого производства, построены специальные (развязанные) фундаменты для установки чувствительного к вибрации оборудования, смонтированы конструкции чистых помещений, установлены и запущены в эксплуатацию системы подготовки технологических сред и система автоматического поддержания заданных режимов микроклимата. В декабре 2012 года чистые производственные помещения Центра микросистемотехники были аттестованы в построенном состоянии на соответствие стандартам ISO 14644 [3–5].

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАВАЕМОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

Центр микросистемотехники на базе ОАО "Авангард" станет первым на территории России и Белоруссии. В нем будут аккумулированы основные результаты, достигнутые группой из 20 ведущих предприятий России и Беларуси в рамках программы "Микросистемотехника", в области разработки инновационных конструкций и технологий изделий МСТ и приборов на их основе, а также в области создания специализированного технологического оборудования для производства изделий МСТ [6, 7]. Поэтому при формировании технологического парка оборудования Центра МСТ в первую очередь ориентировались на освоение производства изделий МСТ, разработанных в рамках программы Союзного государства на основе технологий акустоэлектроники, хемосорбционной электроники и микроэлектромеханики. Такой подход к комплектованию технологических линеек позволяет не только коммерциализировать результаты программы, но и в перспективе производить широкий ассортимент сенсоров, приборов и систем на их основе для обеспечения комплексной безопасности и усовершенствования специальной продукции.

Критические технологические нормы продукции, планируемой к производству в Центре МСТ, представлены в табл.1.

СТРУКТУРА ЧИСТЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В чистых производственных помещениях для изготовления изделий МСТ можно выделить три

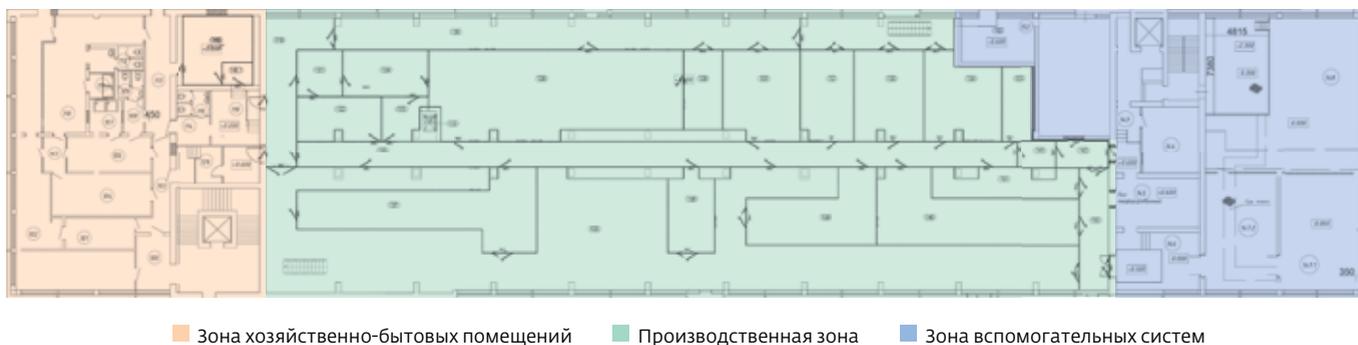


Рис.1. Зонирование площадей производства изделий МСТ

функциональные зоны (рис.1): производственная, зона вспомогательных систем и хозяйственно-бытовая зона.

Производственная зона построена по принципу чередования чистых производственных участков и вспомогательных (или, как их принято называть, "серых") помещений. Производственные участки, в зависимости от требований технологии, обеспечивают на рабочих местах уровень чистоты от ИСО-6 до ИСО-4. В соответствии с ИСО-4 чистота воздуха – 352 пылинки размером 0,5 мкм в 1 м³, или менее одной пылинки в одном литре.

На производственных участках располагаются операторы, размещены зоны загрузки, разгрузки и управления технологическим оборудованием. Во всем объеме производственного участка обеспечивается ламинарный поток сверху вниз обеспыленного, нормализованного по температуре и влажности воздуха. Кратность воздухообмена в помещении за один час тем выше, чем жестче требования по классу чистоты, и может достигать 86 для участка с требованиями по ИСО-4.

Производственный участок отделяется от серых зон перегородкой, в которой прорезаны отверстия для размещения оборудования (рис.2). В серых

зонах располагается основное тело технологического оборудования, особенно те части, которые могут стать причиной теплового или иного загрязнения среды и требуют периодического обслуживания сервисными службами. В служебных, или серых зонах поток воздуха направлен снизу вверх и обеспечивает транспортирование загрязнений к местам, где производится очистка воздуха от пыли и корректировка температуры и влажности.

Примененный принцип зонирования производственного помещения обеспечивает минимизацию собственно чистых площадей, позволяет организовать правильный воздухообмен, уменьшить влияние сервисных операций на производственный процесс [8, 9].

При сравнении технологий построения чистых производственных помещений прошлого поколения с современными становится очевидным, что использование принципов зонирования позволяет существенно снизить затраты на строительство и гарантировать соблюдение норм содержания в воздухе чистых производственных помещений аэрозольных частиц. Это обусловлено тем, что в прошлом чистые помещения строились по принципу

Критические технологические нормы продукции

Изделие	Ключевые параметры
Акустоэлектронные компоненты для радиоэлектронных систем	Размер минимального топологического элемента – 350 нм; точность обеспечения разновысотности элемента – 2 нм; аспектное соотношение при травлении 3D-структур – 1:100
Датчики физических величин на МЭМС-структурах	Возможность формирования пленочных структур из любых металлов, поликремния, нитридов, оксидов и др., в том числе алмазоподобных пленок с пьезоэффектом
Нанохемосорбционные сенсоры для систем и приборов мониторинга окружающей среды	Размер зерна чувствительного слоя – от 30 до 50 нм; размер частиц нанокатализатора – от 1 до 3 нм



Рис.2. Размещение технологического оборудования: а) вид со стороны чистого помещения; б) вид со стороны серой зоны

обычных производственных залов, оборудование размещалось в них полностью. В таких условиях невозможно было обеспечить необходимую структуру воздушных потоков из-за большого скопления оборудования и персонала. Нельзя было также сохранить и необходимый уровень чистоты, так как доступ к оборудованию имели не только операторы, но и сервисные инженеры, которые при обслуживании вскрывали корпуса установок и проносили в чистые помещения специальный инструмент. Удешевление строительства и эксплуатации Центра МСТ достигается еще и за счет использования меньшего количества сверхчистых материалов и фильтров (например, в помещениях класса

ИСО-4 весь потолок состоит из фильтровентиляционных модулей (ФВМ) с ULPA-фильтрами). Более того, использование в новых чистых помещениях модульных стеновых панелей позволяет в кратчайшие сроки изменять планировку помещений, не прибегая к масштабной реконструкции стен.

Общая площадь производственной зоны составляет около 1300 м². На этой территории размещаются участки напыления пленочных структур, плазменных и термических процессов, химической обработки планарных структур, фотолитографических процессов и сборки изделий МСТ (рис.3).

Производство современной микроэлектронной продукции, в том числе изделий МСТ, предполагает

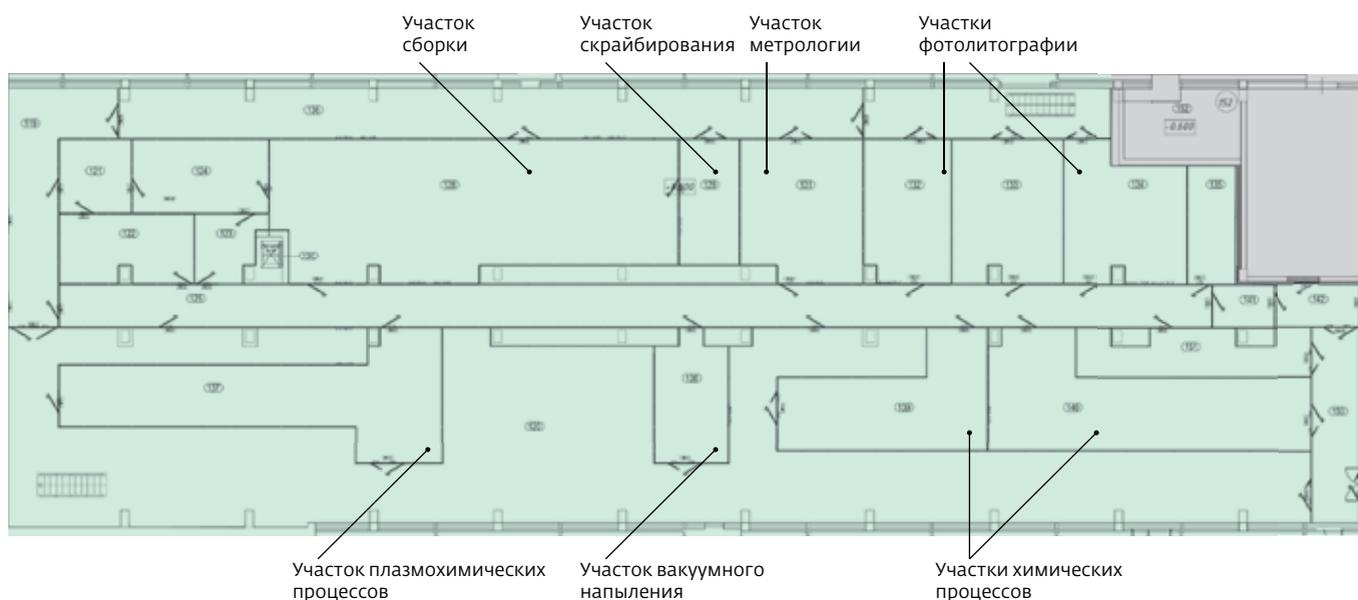


Рис.3. Планировка производственной зоны



Рис.4. Система подготовки и распределения деионизованной воды

применение многочисленных специально подготовленных технологических сред и надежное энергетическое обеспечение. Специализированные обеспечивающие технические системы требуют не меньшего внимания, чем основное технологическое оборудование.

Элементы вспомогательных и обеспечивающих систем:

- система подготовки и распределения деионизованной воды (рис.4);
- системы получения чистых газообразных сред – сжатого воздуха, азота и разнообразных газообразных реагентов;
- системы утилизации вторичного тепла и подготовки захлажденной воды для обеспечения точного поддержания тепловых режимов технологического оборудования. Система состоит из группы чиллеров в первичном (наружном) контуре (рис.5), а во вторичном (внутреннем) контуре – из 28 потолочных охлаждающих модулей (фанкойлов), которые забирают излишнее тепло из воздуха, прошедшего через чистые зоны. В систему утилизации входит также комплект теплообменников и насосов, использующихся в вентиляционных машинах и контурах подготовки сред;
- комплекс кондиционирования и распределения по рабочим зонам обеспыленного воздуха. Комплекс включает в себя кондиционеры, воздуховоды, подающие воздух в накопитель, расположенный над чистыми помещениями, комплект из 167 ФВМ для финишной очистки воздуха и нагнетания его в чистые комнаты (рис.6);
- три системы вытяжной вентиляции (для кислотнo-щелочных, токсичных и горючих выбросов);



Рис.5. Чиллеры системы утилизации вторичного тепла

- система нейтрализации жидких выбросов (рис.7) – содержит смесительные емкости с автоматическим дозированием реагентов;
- система нейтрализации газообразных выбросов. Скрубберы (рис.8), входящие в систему, выделяют из потока удаляемого от оборудования воздуха вредные примеси;
- системы мониторинга параметров микроклимата и запыленности, позволяющие в режиме реального времени отслеживать количество аэрозольных частиц размером 0,3 и 0,5 мкм, а также частицы 0,1-1 мкм с помощью мобильной лаборатории;
- система централизованной пылеуборки – проходит через все помещения центра микросистемотехники, по всем этажам и уровням;
- системы обнаружения возможного возгорания и пожаротушения, включающие сеть спринклеров и установку тушения тонкораспыленной водой, которая позволяет свести к нулю урон электронике и оборудованию в случае необходимости ее применения;
- системы организации допуска персонала, видеонаблюдения и охраны, позволяющие организовать безопасное нахождение персонала в чистых помещениях, а также обеспечить контроль за соблюдением электронной гигиены, регламентируя пути перемещения персонала в чистых производственных помещениях;
- система автоматизации, обеспечивающая автоматическое управление инженерным оборудованием (рис.9). Сигналы более 700 датчиков передаются в центр обработки для анализа и далее в диспетчерскую;
- система хранения технологических материалов (в том числе система с особыми условиями хранения);



Рис.6. Комплекс кондиционирования и распределения по рабочим зонам обеспыленного воздуха

Рис.7. Система нейтрализации жидких стоков

- система транспортирования готовой продукции, полуфабрикатов, оснастки, специального технологического оборудования (вновь устанавливаемого и модернизируемого);
- системы информатизации и производственной связи;
- система энергопитания всех объектов производственного комплекса.

Вспомогательные и обеспечивающие системы занимают помещения площадью около 2400 м², дополнительно вне помещений задействовано 400 м².

Хозяйственно-бытовая зона Центра МСТ обеспечивает подготовку персонала к входу в чистые помещения, обработку специальной технологической одежды, сбор и утилизацию хозяйственно-бытовых отходов. В этой зоне предусмотрены:

- комплекс гардеробных помещений, рассчитанный на 70 специалистов;
- воздушные шлюзы, учитывающие необходимое разделение потоков материалов и персонала;
- прачечная для особо чистой спецодежды (рис.10);
- склад спецодежды и материалов, необходимых для поддержания электронной гигиены.



Рис.8. Скруббер системы нейтрализации газообразных выбросов

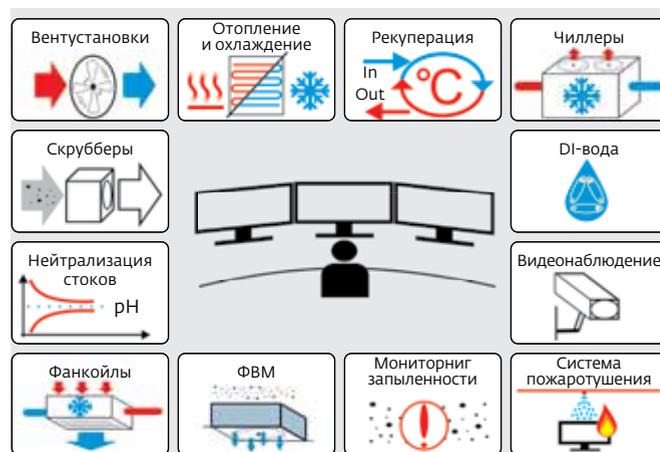


Рис.9. Система автоматизации управления и мониторинга комплекса вспомогательного и обеспечивающего оборудования



Рис.10. Прачечная для особо чистой одежды: а) процесс стирки; б) процесс вакуумной упаковки

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
РЕАЛИЗОВАННЫХ
ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ**

Центр микросистемотехники создается в первую очередь как производственно-технологический объект, предназначенный для выпуска конкурентоспособной продукции и для отечественного, и для зарубежного рынка. Поэтому к вопросам снижения накладных расходов производства были предъявлены самые жесткие требования еще на этапе разработки проектной документации.

Для функционирования ЦМСТ инженерные системы производят до 8 м³/ч деионизованной воды, 10 м³/ч осушенного сжатого воздуха и газообразного азота, 78 000 м³/ч очищенного и подготовленного по температуре и влажности "чистого" воздуха, отводят до 1200 кВт/ч избыточного тепла, производимого работой технологического и инженерного оборудования. При таком уровне потребления ресурсов особенно остро встает вопрос энергоэффективности.

Используя передовой мировой опыт создания современных чистых производственных

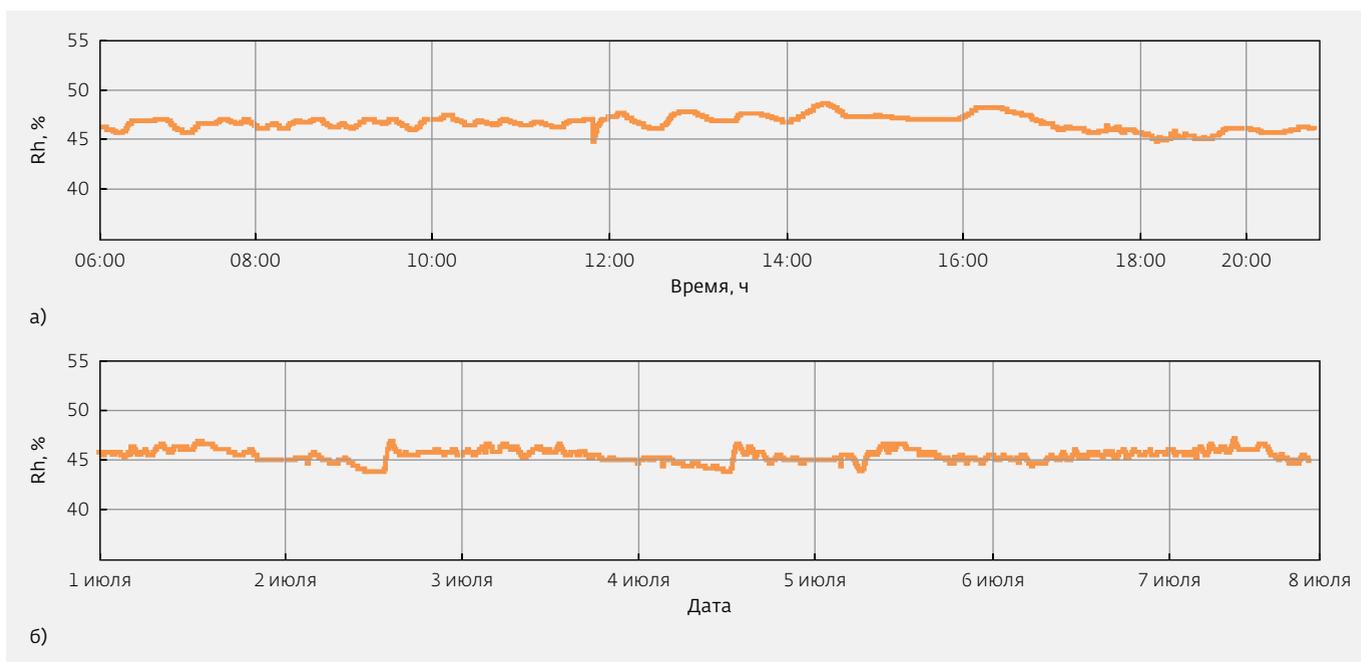


Рис.11. Изменение влажности в производственных помещениях: а) в течение суток; б) в течение недели

помещений и учитывая требования ОАО "Авангард", команда проектировщиков заложила в проектную документацию такие энергосберегающие технологии, как:

- использование частотно-регулируемых приводов электродвигателей;
- использование адаптивной распределенной системы утилизации вторичного тепла, в том числе рекуперация тепла из отходящих газов;
- применение окон с тройным остеклением, стеклопластиковой рамой и ИК-отражающими стеклами;
- применение энергосберегающих приборов и систем освещения;
- использование замкнутого контура системы получения деионизованной воды;
- использование современного энергоэффективного инженерного и технологического оборудования;
- использование оборотной захлажденной воды в системах охлаждения инженерного и технологического оборудования.

В соответствии с требованиями к чистым производственным помещениям, для изготовления планарной части изделий МСТ в чистых зонах должна автоматически поддерживаться температура воздуха на уровне $21 \pm 0,5^\circ\text{C}$ и относительная влажность на уровне $45 \pm 5\%$. Фактические значения параметров микроклимата представлены на рис.11 и 12.

Кроме конструктивных решений обеспечивающих систем, с целью достижения высокой энергоэффективности применяются и специальные программные средства. Так, например, контроллеры системы управления охлаждением поддерживают оптимальное давление конденсации в теплообменнике, а именно, при неполной тепловой нагрузке или при низкой температуре наружного воздуха контроллер по специальному алгоритму регулирует скорость водяного насоса и управляет работой вентиляторов теплообменника, поддерживая давление конденсации на минимально возможном уровне.

В зимний период для обеспечения холодом в технологии используется естественная пониженная температура наружного воздуха. Охлаждаясь в специальном теплообменнике, хладоноситель без включения компрессоров использует только низкую температуру окружающего воздуха (система free cooling), электроэнергия при этом затрачивается только на электроприводах осевых вентиляторов теплообменника.

Анализ показал, что за счет использования комплекса энергосберегающих решений суммарная экономия по всему проекту, составляет около 9 млн. руб. в год.

В дополнение к вышеперечисленным энергосберегающим технологиям специалисты Центра микросистемотехники совместно с консалтинговой

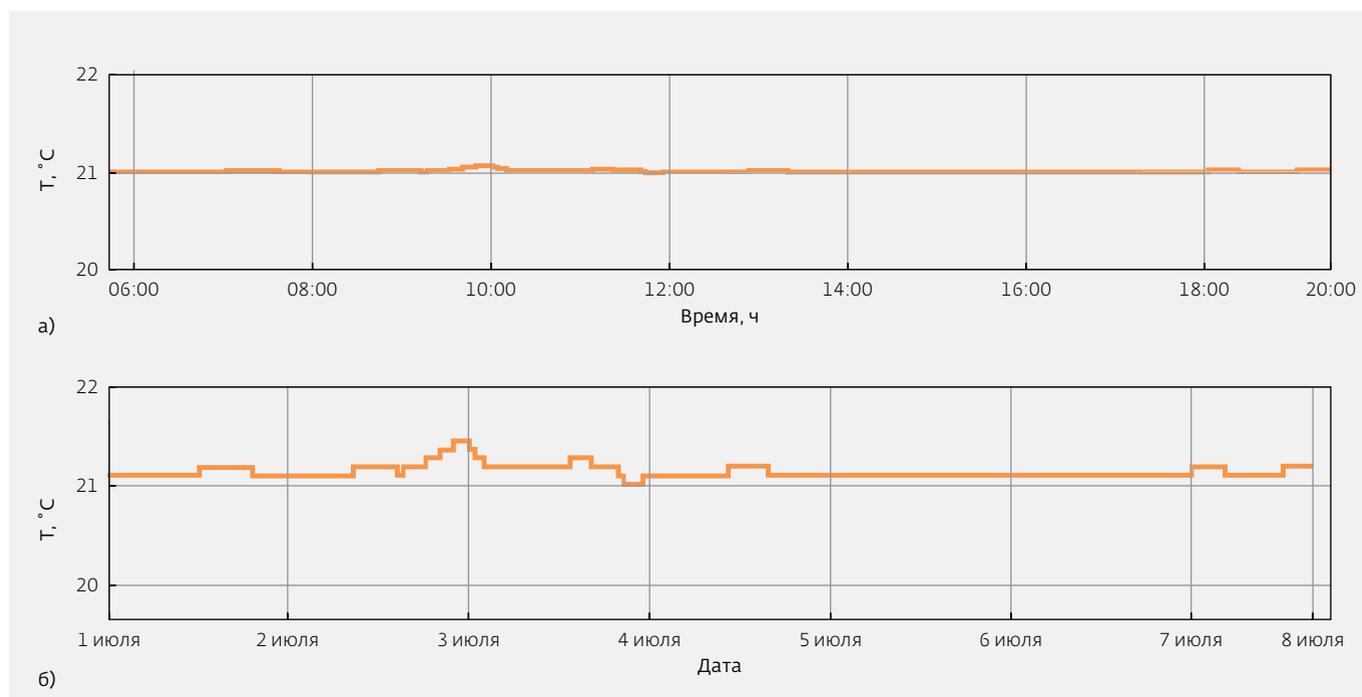


Рис.12. Изменение температуры в производственных помещениях: а) в течение суток; б) в течение недели

компанией, работающей в сфере энергоменеджмента, ведут постоянную работу по оптимизации алгоритмов работы всех инженерных систем. Цель – получение дополнительной экономии энергоресурсов.

Апробированные в Центре МСТ технологии, а также организационно-технические и планировочные решения, опыт строительства и запуска в эксплуатацию производственных мощностей Центра МСТ могут быть использованы для организации подобных производств в других регионах Союзного государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Союзного государства от 25 февраля 2010 года №1.
2. **Трошин А.В.** Инновации внедряют в работу. Спецвыпуск "Экономика. Инвестиционные проекты". – Российская газета, 20 июня 2013, №131 (6107)
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ Р ИСО 14644-1-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха. – М.: Госстандарт России, 2004, с.21.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ Р ИСО 14644-3-2007. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 3. Методы испытаний. – М.: Госстандарт России, 2004, с.54.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. – М.: Госстандарт России, 2004, с.43.
6. **Аваков С.М., Агейченко А.С., Зуев В.П., Корнелюк А.И., Матюшков В.Е., Самохвалов В.К., Точицкий Я.И., Трапашко Г.А., Барышников Д.П., Русецкий В.А.** Специализированное оптико-механическое и контрольно-измерительное оборудование для промышленного производства изделий микросистемной техники. – Нано- и микросистемная техника, 2012, №8(145), с.7-15.
7. **Барбарчук Д.В., Клим О.В., Мазовка Т.Е., Ковальчук Г.Ф., Ковенский А.Е., Царюк А.В., Циркун Д.П., Школык С.Б., Барышников Д.П., Шубарев В.А.** Оборудование для сборки изделий микросистемной техники. – Нано- и микросистемная техника, 2012, №8(145), с.15-22.
8. Чистые помещения. / Под ред. А.Е.Федотова. Второе изд., перераб. и доп. – М.: АСИНКОМ, 2003, с.576.
9. Проектирование чистых помещений. / Под ред. В.Уайта. Пер. с англ. – М.: Клинрум, 2004, с.360.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ: ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

Ф.-Г. Баника

Перевод с англ. под ред. д.т.н., проф. В.А. Шубарева

При поддержке ОАО "Авангард"

Цена 1300 руб.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2014. – 880 с.
ISBN 978-5-94836-380-6

В книге представлены теоретические основы и математические модели химических и биологических сенсоров различных типов: ферментативных, иммунных, термохимических, потенциометрических, полупроводниковых (химических), хемистивных, амперометрических, электрохимических (аффинных и нуклеино-кислотных), импедансных, оптических (включая Рамановскую спектроскопию) и акустических. Особое внимание уделено практическому аспекту проектирования и производства химических и биологических сенсоров на основе современных наноматериалов. Большая часть книги посвящена методам преобразования параметров химических и биологических сред в электронный сигнал. Примечательно, что авторский текст был подготовлен для второго издания оригинальной книги, исправленного и дополненного, которое должно выйти в издательстве John Wiley & Sons, Ltd на английском языке лишь в 2016 году. Книга будет полезна химикам, биохимикам, микробиологам и физикам, занимающимся исследованиями в области химических и биологических сенсоров, а также разработчикам микросистемных устройств, преподавателям, аспирантам и студентам.

**КАК ЗАКАЗАТЬ
НАШИ КНИГИ?**

Технология Bluetooth Low Energy

Меньше кабелей в машине, меньше ее вес

Волей-неволей смартфоны и автомобили благодаря беспроводной технологии Bluetooth с низким энергопотреблением (Bluetooth low energy, Bluetooth LE) оказались неразлучными. Возможности технологии беспроводной связи Bluetooth, позволяющей пользоваться телефонной связью в автомобиле при свободных руках (hands-free talking), а также управлять информационно-развлекательной системой, хорошо знакомы. Но о применении технологии Bluetooth Low Energy для открытия и закрытия дверей автомобиля, регулировки сидений, зеркал и освещения салона либо с помощью смартфона, либо нажатием кнопки в автомобиле, практически не известно.

Компания Texas Instruments, располагающая пригодными для использования в автомобильных системах приборами стандарта Bluetooth low energy, надеется быть в авангарде грядущей "автомобильной революции", которая, по расчетам производителей комплексного оборудования для автомобильных систем, приведет к замене проложенных в машинах кабелей беспроводной технологией и будет способствовать установке в них управляемых смартфонами устройств. В начале 2014 года компания расширила линейку приборов стандарта Bluetooth, в которую входят такие схемы, как SimpleLink CC2541 (решение стандарта Bluetooth low energy, представленное на активном рынке), WiLink 8Q (обеспечивающий коммуникабельность автомобильных устройств стандартов WiFi, Bluetooth и GNSS), BL6450Q (двухрежимный Bluetooth), представив микросхему CC2541-Q1 стандарта Bluetooth Low Energy. Схема спроектирована в соответствии с разработанным Советом по автомобильной электронике (АЕС) стандартом АЕС-Q100, задающим условия испытания микросхем, используемых в автомобильных системах, на критические нагрузки.

Новый прибор представляет собой "полностью решение стандарта Bluetooth Low Energy". Микросхема



содержит ПЧ-блок, микроконтроллер и флеш-память. Кроме того, она располагает стеком программ стандарта Bluetooth low energy и примеры приложений, включая поддержку беспроводной загрузки обновлений в условиях эксплуатации.

Автопроизводители стремятся заменить кабели в автомобилях беспроводными технологиями управления по ряду причин. Во-первых, это приведет к снижению массы машины, в некоторых случаях на несколько килограммов. Во-вторых, благодаря такой замене можно избежать сложности монтажа кабелей: для каждого управляющего механизма в автомобиле его конструкторы вынуждены использовать отдельный провод. При этом длина кабелей различна как для каждой модели автомобиля, так и для каждого управляемого устройства. В автомобиле может использоваться до 14 различных кабелей для управления всеми дверями, окнами, зеркалами. Не удивительна болезненная реакция автопроизводителей при оценке массы всех этих кабелей. Большинство автомобильных компаний для реализации систем управления некритическими функциями, не требующими передачи большого объ-

ема данных, используют шину линейной микросхемы. Такие функции можно легко выполнять в стандарте Bluetooth Low Energy.

Но это не единственное достоинство применения компонента стандарта Bluetooth Low Energy в смартфоне. Оснащенный таким прибором смартфон может использоваться в качестве пульта управления автомобилем, регулирующего положение кресел, климат-контроль и т.п. в соответствии с пожеланиями водителя. Смартфоны могут отображать диагностическую информацию о состоянии автомобиля, помогая водителям понять всю загадочную, раздражающую, предупреждающую о возможной несипраности световую сигнализацию машины.

Компания Texas Instruments предлагает запустить беспроводной микроконтроллер CC2541-Q1 в серийное производство в III квартале 2014 года. Ожидается, что автомобили, у которых положением дверей и окон будут управлять смартфоны на базе приборов стандарта Bluetooth Low Energy, появятся на рынке в 2015 году.

www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1322028&page_number=1