

ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ. ОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Овчинников А. А., Хидекель Л. М., Спектор В. Н.

Главным аргументом противников безотлагательного экологического приоритета является отсутствие надежных количественных данных о состоянии и качестве окружающей среды и об экологических (включая человека) ближайших и отдаленных последствиях отклонений от экологической нормы и о самом понятии экологической нормы. Для ответа на все эти вопросы первичным, несомненно, является процесс измерений по возможности более полной совокупности параметров окружающей среды.

Экологический мониторинг подразделяется на глобальный, региональный (уровень континентов, субконтинентов, стран и трансграничного переноса поллютантов), территориальный (промышленные районы, города, крупные агропромышленные комплексы, диссипация поллютантов) и локальный (окрестности отдельных предприятий, выбросы, отходы, стоки и техносфера).

Каждый из видов мониторинга имеет свою основную задачу и свой набор измерительных средств. Однако оптимальное информационное обеспечение системы управления на всех иерархических уровнях может быть достигнуто только использованием всего комплекса данных, получаемых всеми видами мониторинга, т. е. за счет системного подхода.

Глобальный, региональный и территориальный мониторинг обеспечены преимущественно дистанционными методами — аэрокосмическими, лазерными и др. Основным ограничением дистанционных методов является получение усредненной информации и значительные трудности установления конкретного источника загрязнений окружающей среды, а скорее определение очагов экологических нарушений. Однако средства дистанционного мониторинга в последние десятилетия хорошо отработаны, налажена система обмена информацией в рамках отдельных стран и постепенно устанавливается система международных связей.

Основной причиной нарушения экологического равновесия является человеческая деятельность, вследствие чего локальный мониторинг выдвигается на первый план для решения проблем рационального управления экологическими процессами. Однако именно локальный мониторинг наименее адекватно обеспечен измерительными средствами. Существующие измерительные приборы и датчики, преимущественно из арсенала аналитического приборостроения, изначально не предназначенные для экологических целей, оказываются слишком громоздкими, дорогостоящими и недостаточно селективными для их широкого применения на практике. Кроме того, их практически невозможно унифицировать по выходному сигналу, и, таким образом, построить информационно-измерительную систему на их основе.

Создание контрольно-измерительной аппаратуры для локального мониторинга окружающей среды требует привлечения средств микроэлектронного приборостроения, обеспеченного адекватными материалами чувствительных элементов датчиков.

За последнее десятилетие в научной и патентной литературе появились сведения об эффективном использовании органических полупроводников в качестве материалов чувствительных элементов датчиков для определения состава сложных газовых смесей, включая реальную атмосферу.

Преимущества органических полупроводников состоят в их высокой чувствительности и селективности при высокой помехоустойчивости, в том числе и к отравляющему воздействию сопутствующих примесей. На основе органических полупроводников (молекулярных комплексов с переносом заряда и проводящих полимеров в качестве материалов чувствительных элементов) к настоящему времени уже разработаны датчики на аммиак, фосфин, арсин, сероводород, кислород, диоксид серы и исследованы возможности построения датчиков на ряд других газообразных атмосферных поллютантов. Наилучшие, превосходящие мировой уровень результаты дало применение металлосодержащих фталоцианинов для детектирования сероводорода.

Эти датчики, работающие даже в прямом резистивном режиме, отличаются малогабаритностью, надежностью, устойчивостью работы в натуральных условиях, возможность их производства по стандартной планарной технологии микроэлектроники. Их основным недостатком является недостаточное циклическое быстродействие в опросном (дискретном) режиме работы информационно-измерительных систем, включающих такие датчики. Дальнейшее повышение быстродействия, расширение диапазона измерений с использованием одного датчика, миниатюризация и получение вольтового сигнала без промежуточного усилителя состоит в применении интегральных гибридных чувствительных элементов, совмещающих в одной планарной структуре транзистор на основе традиционных полупроводников и сенсор на основе органических полупроводников.

Одним из важных выводов теоретического рассмотрения связи чувствительности и селективности чувствительных элементов с электронной структурой органических материалов стал вывод о необходимости глубокой очистки или очистки с последующим целенаправленным допированием материалов детектирующих сред, так как наличие неконтролируемых примесей делает полупроводник несобственным, всегда снижает чувствительность и порог определения, а часто и селективность материала чувствительного элемента. В настоящее время в ГГУ разработаны способы очистки органических полупроводников. Для практических целей построения информационно-измерительных систем локального атмосферного мониторинга наиболее важно одно из следствий такого системного подхода, а именно — в том случае, когда два чувствительных элемента на основе органических полупроводников обладают сравнимой, но различной чувствительностью к двум определяемым компонентам атмосферы, концентрационная и температурная зависимость их чувствительности будет различной для этих двух элементов, что позволяет уже чисто компьютерными методами значительно повысить их селективность. Такое свойство чувствительных элементов датчиков в многопараметрической системе позволяет снизить требования к материалу каждого элемента и повысить их эффективность в системе. Приведенные ранее датчики являются амплитудно-модулируемыми детекторами. Их большим преимуществом оказывается их низкая себестоимость и высокая технологичность, а недостатком — необходимость дополнительных схемотехнических решений в компьютерных системах сбора и переработки информации.

Огромные преимущества в больших информационно-измерительных системах, построенных с применением современных средств вычислительной техники, дает применение частотно-модулированных датчиков. Так, на основе долгоживущего свободного радикала дифенилпикрилгидразина в продуваемом сердечнике супергетеродинного приемника разработан прибор для детектирования концентрации атмосферного и технологического кислорода.

Таким образом, материалы, разрабатываемые в рамках исследований по электронике органических материалов, могут обеспечить новую элементную базу экологического приборостроения, что в свою очередь, позволит создать эффективную систему локального мониторинга. Создание такой системы позволит принимать обоснованные решения по управлению работой предприятий с целью исключения загрязнений окружающей среды, и в первую очередь атмосферы, от состояния которой зависит здоровье и сама жизнь человека.

Институт химической физики АН СССР, Москва