

пературных областей протекания и выявления механизма изучаемых реакций. Предложен ударный механизм. При сравнительно низких температурах обнаружена высокая каталитическая активность отдельных компонентов (преимущественно твердых растворов) системы InSb-CdTe.

Выявлены, наряду с общностью с бинарными соединениями (InSb, CdTe), специфические особенности в поведении твердых растворов как многокомпонентных систем. Они заключаются в наличии экстремумов на диаграммах « $p_{H_2O}$ -состав», «адсорбционная характеристика – состав», «каталитическая активность – состав». Использование таких диаграмм привело к открытию наиболее активных по отношению к выбранным газам и реакциям компонентов системы и созданию на их основе высокочувствительных, селективных датчиков и высокоактивных, селективных катализаторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кировская И.А. Поверхностные явления. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. – 175 с.
2. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Твердые растворы. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1984. – 166 с.
3. Кировская И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Химический состав поверхности. Катализ. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1988. – 220 с.
4. Кировская И.А. Адсорбционные процессы. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1995. – 300 с.

#### ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ АНАЛИЗ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА $(A^{III}B^V)_x(A^{II}B^{VI})_{1-x}$ .

Кировская И.А., Шубенкова Е.Г., Новгородцева Л.В.,  
Лещинский С.С., Тимошенко О.Т., Филатова Т.Н.  
Омский государственный технический университет,  
Омск

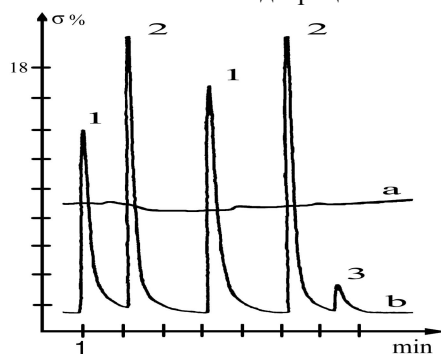
Методы оперативной диагностики и контроля, базирующиеся на системе полупроводниковых сенсоров-датчиков, предусматривают получение новых материалов, изучение их адсорбционно-зарядовой чувствительности к детектируемым частицам, кинетических особенностей формирования соответствующих сенсорных откликов.

По сравнению с достаточно хорошо изученными оксидами, особого внимания заслуживают пленки и пленочные структуры на основе соединений  $A^{III}B^V$ ,  $A^{II}B^{VI}$ , представители которых уже зарекомендовали себя в качестве чувствительных элементов газовых сенсоров. В работе анализируются результаты получения и исследования в указанном плане новых полупроводниковых систем InSb-ZnTe, GaSb-ZnTe, GaSb-CdTe, InSb-CdS, InP-CdS при одновременном расширении арсенала тестовых адсорбатов. В качестве таковых были взяты кислород, оксид и диоксид углерода, диоксид азота, аммиак и др., молекулы которых отличаются значениями донорных и акцепторных чисел, дипольного момента и общей поляризуемостью.

Тонкие пленки получали термическим напылением в вакууме, адсорбционные измерения осуществляли методом пьезокварцевого микровзвешивания [1] в интервалах температур 253 – 393 К и давлений 1 – 11 Па.

Величины адсорбции изученных газов составляют  $10^{-3} - 10^{-5}$  моль/м<sup>2</sup>. На основе кривых температурной зависимости адсорбции  $\alpha_p = f(T)$ , термодинамических и кинетических характеристик установлены области обратимой химической адсорбции, т.е. области воспроизводимой работы адсорбентов как первичных преобразователей сенсоров-датчиков. С помощью построенных диаграмм состояния «величина адсорбции - состав» удалось выявить адсорбенты, наиболее избирательно чувствительные по отношению к определенному газу. Так, по отношению к аммиаку ими оказались твердые растворы  $(InSb)_{0,95}(ZnTe)_{0,05}$  и  $(GaSb)_{0,95}(ZnTe)_{0,05}$ , к диоксиду углерода – InP, к диоксиду азота – InSb, к кислороду – CdS. Проведена также работа по обеспечению одновременного контроля формы импульса адсорбата и сигнала сенсора-датчика (рис. 1).

С точки зрения оперативности в поиске новых материалов – первичных преобразователей сенсоров-датчиков – интерес представляют результаты исследований кислотно-основных свойств поверхности рассматриваемых объектов – компонентов полупроводниковых систем InSb-ZnTe, GaSb-ZnTe, GaSb-CdTe, InSb-CdS, InP-CdS, предшествовавших прямым адсорбционным исследованиям.



**Рисунок 1.** Сенсорный отклик тонкой пленки CdTe – GaSb (а) и хроматографа (б) на импульс давления паров адсорбата: 1 – этанол; 2 – ацетон; 3 – аммиак.

Приведенные в табл. 1 сравнительные кислотно-основные и адсорбционные характеристики позволяют сделать вывод: уже на этапе определения кислотно-основных характеристик поверхности можно оце-

нить ее адсорбционную активность по отношению к газам определенной природы. Этот способ определения активности поверхности является быстрым и наименее трудоемким.

**Таблица 1.** Кислотно-основные и адсорбционные характеристики поверхности компонентов системы InSb-ZnTe ( $T = 363 \text{ K}$ ,  $p = 5,3 \text{ Па}$ ).

	InSb		(InSb) <sub>0,95</sub> (ZnTe) <sub>0,05</sub>		(InSb) <sub>0,90</sub> (ZnTe) <sub>0,10</sub>		ZnTe	
	CO	NH <sub>3</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
pH-изоэлектрич. состояния (pH <sub>из</sub> )	6,46		6,15		6,81		7,69	
$\Delta \text{pH}_{\text{из}}$	0,23	-	0,36	-	0,29	-	0,25	-
Температ. начала адсорбции (T <sub>H</sub> )	343	363	323	323	343	343	363	343
Велич. адсорбции $\alpha \cdot 10^3$ , моль/м <sup>2</sup>	0,44	0,67	0,63	1,11	0,53	0,93	0,45	0,89
Теплота адсорбции q <sub>а</sub> , кДж/моль	17,9	10,7	40,5	45,6	29,0	28,4	22,1	26,8
Энергия активации адсорбции, E <sub>а</sub> , кДж/моль	72,3	92,0	55,5	61,0	58,7	68,7	64,1	81,6

На основе полученных в работе экспериментальных данных, а также совокупного рассмотрения результатов аналогичных исследований систем InSb-ZnSe, InSb-ZnTe, GaSb-ZnTe методами определения pH – изоэлектрического состояния, механохимии, кондуктометрического титрования, ИК – спектроскопии [2, 3] установлено, что, кроме кислотно-основных свойств поверхности, для более точного прогнозирования адсорбционных свойств по отношению к данным газам, следует учитывать и объемные свойства исходных бинарных компонентов. Такими свойствами являются ширина запрещенной зоны, электронно-акцепторные свойства атома металла ( $q/r_{\text{кат}}$ ), электроотрицательность атомов, структура и степень ионности связи исходных соединений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кировская, И.А. Адсорбционные процессы. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1995. – 304 с.
2. Кировская, И.А. Поверхностные свойства алмазоподобных полупроводников. Адсорбция газов. – Иркутск: ИГУ, 1984. – 186 с. – ISBN – 5 – 7430 – 0438 – 2.
3. Кировская, И.А. Катализ. Полупроводниковые катализаторы: Монография. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2004. – 272 с.

#### ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ГАЗОВЫХ АНАЛИЗАТОРОВ МИКРОПРИМЕСЕЙ CO И NH<sub>3</sub> НА ОСНОВЕ CdS

Кировская И.А., Тимошенко О.Т.

*Омский Государственный  
Технический Университет,  
Омск*

Сульфид кадмия относится к алмазоподобным полупроводниковым соединениям типа A<sup>2</sup>B<sup>6</sup>. Он традиционно находит применение как материал в опто- и

микроэлектронике. Перспективен этот материал и для создания полупроводниковых газовых анализаторов.

Определение содержания CO и NH<sub>3</sub> – необходимый элемент контроля состояния окружающей среды. Возможность проведения такого анализа на полупроводниковых материалах имеет важнейшее достоинство – легкость миниатюризации его средств в отличие от существующих оптических, хроматографических и др. методов. Исследование поверхности алмазоподобных полупроводников, мало изученных в таком аспекте, играющей определяющую роль во многих протекающих на них процессах, является приоритетным для творческого коллектива кафедры физической химии ОмГТУ. Перспективность использования таких материалов и при этом практическое отсутствие сведений об их поверхностных свойствах придают особую актуальность исследованиям.

Перед нами стояли следующие задачи: выбрать способ и получить пленки CdS, определить pH-изоэлектрического состояния, адсорбционную способность по отношению к оксиду углерода (II) и аммиаку (т.е. оценить возможность создания сенсоров – датчиков экологического назначения).

Определение pH-изоэлектрического состояния проводили методом гидролитической адсорбции [1]. Результаты представлены в виде зависимостей  $\Delta \text{pH} = f(\text{pH}_0)$  (рис.1).