

Согласно [5, 6], эффективность газофазных химических реакций окисления многих металлов (магний, алюминий, барий и др.) составляет величины порядков  $10^{-4} - 1$ . Следовательно, наибольшие значения  $A$  не превышают отношения  $r/\lambda$ . С понижением эффективности реакции  $A$  уменьшается и при отсутствии реакции ( $\varphi = 0$ )  $A = 0$ .

Параметр  $B = \alpha\beta r/\lambda$  в газокинетических величинах. Наибольшее значение  $B$ , так же как и  $A$ , не превышает  $r/\lambda$ , а наименьшее может быть много меньше единицы даже при  $r/\lambda \gg 1$  за счет малости  $\alpha$  и  $\beta$ . В литературе по высокотемпературному окислению металлов вопрос о величине этих коэффициентов оставлен без внимания, хотя известно, например, что  $\alpha$  в сильной степени зависит от частоты испаряемого вещества и от свойств среды. Так, по мере отравления поверхности ртути примесями длина свободного пробега молекул может измениться от 1 до  $10^{-4}$  [4]. Проницаемость окисных пленок, например магния и бериллия, согласно [2], составляет  $10^{-2} - 10^{-4}$ . Такой уровень величин  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\varphi$  указывает на возможность существования для этих металлов как промежуточного, так и кинетического режима испарения даже для малых значений параметра Кнудсена.

Таким образом, решение задачи об испарении вещества в окислительную среду показывает, что наличие на поверхности вещества пленок, затрудняющих испарение, а также химической реакции окисления паров может существенным образом повлиять как на абсолютные значения величин скоростей испарения и профили концентраций, так и на характер режима испарения.

Результаты приведенного выше анализа процесса испарения, по видимому, не теряют по крайней мере качественного смысла и при рассмотрении задачи о горении частиц металлов, т. е. при условии  $c_{\text{Me}} \sim c_{\text{ок}}$ . Это подтверждает расчет процесса испарения при решении задачи о горении частицы алюминия в [7]. Обнаружено, что даже без окисной пленки ( $\beta = 1$ ) за счет химической реакции давление паров у поверхности снизилось в 5 раз по сравнению с давлением насыщенных паров.

Поступила в редакцию 6/V 1983,  
после доработки — 4/IV 1985

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. Баранаев. Усп. химии, 1938, VII, 8.
2. В. П. Фурсов, В. И. Шевцов, Е. И. Гусаченко и др. ФГВ, 1980, 16, 3.
3. В. И. Шевцов, В. П. Фурсов, Е. И. Гусаченко. — В кн.: Физика аэродисперсных систем. Вып. 22. Киев — Одесса: Вища школа, 1982.
4. Н. А. Фуке. Испарение и рост капель в газообразной среде. М., 1958.
5. A. Fontijn, W. Folder, J. J. Houghton. 15-th Symp. (Internat.) on Combustion. То-кью, 1974.
6. О. Е. Каширенинов, В. А. Кузнецов, Г. Б. Манелис. ЖФХ, 1975, 49, 4.
7. В. М. Кудрявцев, А. В. Сухов, А. В. Воронежский и др. ФГВ, 1979, 15, 6.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТИЦ Na В ДВУХФАЗНОМ ПОТОКЕ

Г. И. Левашенко, В. И. Анцулевич, А. И. Дидюков, В. А. Вазюлин  
(Минск)

В последнее время становится актуальным создание источников высокотемпературного азота, и в первую очередь наиболее перспективных из них — генераторов азота на основе разложения твердых нитросоединений. Однако для такого типа генераторов в составе продуктов разложения характерно наличие Na в парообразном или жидком состоянии. Применение азота, содержащего натрий, в молекулярных лазерах существен-

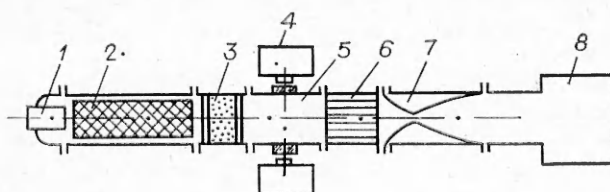


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

но ухудшает характеристики активной среды [1]. Для очистки азота от частиц Na применяются различные типы систем фильтрации, эффективность которых необходимо оценить экспериментально.

В настоящей работе приведены результаты определения оптическим методом средних размеров частиц Na и их содержания в потоке азота за фильтром и выполнены оценки потерь излучения при длине волны  $\lambda = 10,6$  мкм за сверхзвуковым соплом.

Исследования проводили на установке, представленной на рис. 1. При воздействии узла возбуждения процесса 1 образец кристаллического азидата натрия ( $\text{NaN}_3$ ) 2 разлагается и азот, содержащий частицы Na, направляется в механический фильтр 3, который задерживает основную часть частиц. Поток  $\text{N}_2$  с прошедшими через фильтр мелкими частицами Na поступает в измерительную камеру 5 и далее через камеру подогревателя 6 и сверхзвуковое сопло 7 направляется в вакуумную емкость 8. В экспериментах использовали 2 типа фильтров: две двойные сетки с размерами ячеек  $0,15 \times 0,15$  мм из проволоки диаметром 0,1 мм и две двойные сетки, между которыми помещали слой песка толщиной 40 мм фракции 30—300 мкм. Толщина потока в измерительной камере с окнами из  $\text{CaF}_2$ , через которые проводили оптические измерения, составляла 0,15 м.

Параметры частиц Na изучали по спектральному ослаблению излучения на частицах, измеренному на двух длинах волн, по методике, которая применялась для определения средних размеров частиц окиси алюминия [2], сажи [3, 4] и капель воды [5]. Ослабление излучения измеряли при  $\lambda = 1,65$  и  $3,9$  мкм инфракрасным спектрофотометром на фильтрах «Свирель» [6]. Спектрофотометр (см. рис. 1, 4) состоит из двух оптических блоков — осветителя и приемного устройства, установленных на рейторах с юстировочными столиками, блоков управления и питания. Угловая апертура приемного устройства и угол расходимости осветителя одинаковы и не превышают  $0,02$  рад. Диаметр коллимированного пучка, просвечивающего исследуемую среду, составлял  $0,017$  м. С помощью вращающейся кассеты с интерференционными фильтрами прибор обеспечивал измерение спектрального пропускания среды при указанных  $\lambda$  за  $0,1$  с через каждые  $0,45$  с работы установки.

Одновременно с оптическими исследованиями измеряли давление  $p_1$  перед фильтром, а также давление  $p_2$  и температуру  $T$  за фильтром.

Частицы Na, имеющие температуру плавления  $371$  К, в потоке азота с измеренной  $T = 700$  К находились в жидком состоянии и под действием сил поверхностного натяжения принимали сферическую форму. Дисперсный состав частиц представлен аналитически в виде гамма-распределения частиц по размерам [7]

$$f\left(\frac{r}{r_0}\right) = \left(\frac{r}{r_0}\right)^\mu \cdot \exp\left[-\mu\left(\frac{r}{r_0} - 1\right)\right], \quad (1)$$

где  $r_0$  — модальный (наиболее вероятный) радиус частиц функции распределения;  $\mu$  — параметр, связанный с полушириной функции распределения выражением  $\Theta = 2,48r_0\sqrt{1/\mu}$ .

Допуская еще достаточно высокую полидисперсность частиц Na за фильтром, приняли  $\mu = 3$ . Тогда средний объемно-поверхностный диа-

метр частиц  $d_{32}$  [8] находится из выражения [9]

$$d_{32} = 2r_0 \left( 1 + \frac{3}{\mu} \right) = 4r_0. \quad (2)$$

Оптические постоянные  $n$  и  $\kappa$  для жидкого Na в предположении их слабой зависимости от температуры при  $\lambda = 1,65$  мкм определяли по экспериментальным данным [10], а при  $\lambda = 3,9$  и  $10,6$  мкм по формулам теории Друде. При этом характерные частоты в оптическом спектре излучения Na — плазменной частоты и угловой частоты, обратной времени свободного пробега электронов, — находили из экспериментальных данных [10]. Погрешность определения  $n$  и  $\kappa$  при  $\lambda = 1,65$  мкм составляла  $\pm 10\%$ , при  $\lambda = 3,9$  и  $10,6$  мкм не превышала  $\pm 20\%$ . Полученные значения  $n$  и  $\kappa$  для жидкого Na при  $\lambda = 1,65$ ;  $3,9$  и  $10,6$  мкм составляли соответственно:  $0,1$  и  $7$ ;  $0,35$  и  $17$  и  $4,0$  и  $45$ .

Для частиц Na с функцией распределения по размерам (1) и указанным  $n$  и  $\kappa$  рассчитаны при  $\lambda = 1,65$  и  $3,9$  мкм приведенные полидисперсные показатели рассеяния  $\sigma(r_0)$ , ослабления  $a(r_0)$  [9], а также индикатрисы рассеяния  $P(\varphi)$  в направлениях  $\varphi = 0,45$  и  $90$  градусов и доля излучения  $\beta$ , рассеянного назад,

$$\begin{aligned} \sigma(r_0) &= \frac{10^6 \int_0^\infty r^2 f(r_0, r) Q^p(\lambda, n, \kappa, r) dr}{4/3 \int_0^\infty r^3 f(r_0, r) dr}, \quad \text{м}^{-1}, \\ a(r_0) &= \frac{10^6 \int_0^\infty r^2 f(r_0, r) Q^o(\lambda, n, \kappa, r) dr}{4/3 \int_0^\infty r^3 f(r_0, r) dr}, \quad \text{м}^{-1}, \\ P(\varphi) &= \frac{\int_0^\infty r^2 f(r_0, r) Q^p(\lambda, n, \kappa, r) P(r, \varphi) dr}{\int_0^\infty r^2 f(r_0, r) Q^p(\lambda, n, \kappa, r) dr}, \\ \beta &= \frac{\int_{\pi/2}^{3/2\pi} P(\varphi) \sin \varphi d\varphi}{\sigma(r_0)}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $Q^p$ ,  $Q^o$  — факторы эффективности рассеяния и ослабления отдельной частицей, рассчитываемые по формулам теории Ми [11, 12],  $P(r, \varphi)$  — индикатриса рассеяния частицей радиуса  $r$  в направлении  $\varphi$ .

Результаты расчета, приведенные в таблице, показывают, что основную роль в ослаблении излучения играет рассеяние. Вероятность выживания кванта  $\Lambda = \sigma(r_0)/a(r_0)$  при изменении  $r_0$  от  $0,05$  до  $1$  мкм для  $\lambda = 1,65$  мкм увеличивается от  $0,81$  до  $0,993$ , а для  $\lambda = 3,9$  мкм — от  $0,24$  до  $0,993$ . Это свидетельствует, что большие значения мнимой части комплексного показателя преломления  $\kappa$  жидкого натрия характеризуют не истинное поглощение, а затухание электромагнитной волны, связанное со скин-эффектом.

Измеренная оптическая толщина  $\tau$  исследуемого слоя частиц Na при  $\lambda = 1,65$  и  $3,9$  мкм не превышала  $0,8$ . Пропускание потока за фильтром первого типа на указанных длинах волны изменялось во времени от  $0,45$  и  $0,75$  до  $0,63$  и  $0,83$ , а за вторым фильтром — соответственно от  $0,8$  и  $0,9$  до  $0,92$  и  $0,96$ . Согласно [13, 14], для слоя частиц с указанными выше значениями  $\tau$ ,  $\Lambda$  и  $P(\varphi)$  в приближении однократного рассеяния

$r_0$ , мкм	$\sigma \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>		P при $\varphi$ , град			$\beta$	$\sigma \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>		P при $\varphi$ , град			$\beta$
	$\sigma \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>	$\alpha \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>	0	45	90		$\sigma \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>	$\alpha \cdot 10^{-6}$ , м <sup>-1</sup>	0	45	90	
$\lambda = 1,65$ мкм						$\lambda = 3,9$ мкм						
0,05	0,187	0,232	1,26	0,95	0,75	0,53	0,005	0,021	1,20	0,91	0,75	0,54
0,06	0,338	0,387	1,21	0,91	0,75	0,54	0,009	0,028	1,12	0,85	0,75	0,55
0,07	0,563	0,617	1,16	0,88	0,75	0,54	0,014	0,034	1,05	0,80	0,75	0,57
0,08	0,883	0,941	1,13	0,85	0,75	0,55	0,021	0,044	0,99	0,76	0,75	0,58
0,09	1,318	1,379	1,11	0,84	0,76	0,56	0,031	0,054	0,94	0,72	0,75	0,59
0,1	1,880	1,945	1,10	0,83	0,76	0,58	0,043	0,065	0,89	0,69	0,75	0,6
0,2	6,762	6,824	1,26	0,92	0,83	0,57	0,402	0,420	0,75	0,59	0,76	0,66
0,3	5,055	5,094	1,92	1,17	1,03	0,49	1,360	1,380	0,84	0,64	0,78	0,67
0,4	3,838	3,866	3,01	1,44	0,86	0,39	2,250	2,270	0,97	0,74	0,82	0,65
0,5	3,048	3,069	4,44	1,60	0,61	0,33	2,361	2,378	1,11	0,83	0,89	0,62
0,6	2,507	2,523	6,14	1,64	0,57	0,30	2,121	2,135	1,31	0,95	0,99	0,58
0,7	2,122	2,135	8,12	1,54	0,57	0,27	1,881	1,892	1,63	1,09	1,06	0,52
0,8	1,837	1,848	10,4	1,35	0,51	0,26	1,684	1,695	2,03	1,23	1,04	0,48
0,9	1,617	1,627	12,9	1,13	0,49	0,25	1,508	1,516	2,46	1,36	0,94	0,44
1,0	1,442	1,452	15,7	0,97	0,51	0,24	1,357	1,365	2,94	1,48	0,81	0,40

света независимыми сферическими частицами относительная погрешность определения спектральных показателей ослабления  $K_\lambda^0$  по закону Бугера с помощью прибора «Свирель» не превышает 3%. Поэтому при определении  $K_\lambda^0$  на частицах Na за фильтром однократно рассеянным вперед излучением можно пренебречь и ограничиться выражением [15]

$$I = I_0 \exp[-g/\rho \cdot a(r_0)L], \quad (4)$$

где  $I_0$  и  $I$  — интенсивности падающего на рассеивающую среду и прямопрошедшего через нее излучения;  $g$  — массовое содержание частиц в потоке;  $\rho$  — плотность вещества частиц (в данном случае  $\rho = 950$  кг/м<sup>3</sup>);  $L$  — геометрическая толщина исследуемого слоя частиц.

Для определения средних размеров и содержания частиц Na решалось уравнение (4) относительно объемной концентрации частиц  $g/\rho$  по измеренным значениям  $I/I_0$ ,  $L$  и приведенным показателям ослабления  $a(r_0)$  (см. таблицу), рассчитанным для набора величин  $r_0$  функции распределения (1). Затем строились зависимости  $\lg(g/\rho) - r_0$  для  $\lambda = 1,65$  и  $3,9$  мкм и по точке их пересечения с учетом (2) находились  $d_{32}$  и  $g$ . Пример такой зависимости для  $(I/I_0)_{\lambda=1,65 \text{ мкм}} = 0,78$  и  $(I/I_0)_{\lambda=3,9 \text{ мкм}} = 0,9$  дан на рис. 2. Кривые пересекаются в точке А, которая соответствует  $d_{32} = 1,35$  мкм и  $g = 0,35 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>.

Для оценки методической погрешности определения  $d_{32}$  и  $g$ , обусловленной погрешностью нахождения  $n$  и  $x$  и выбором параметра  $\mu$ , рассчитаны полидисперсные показатели ослабления для крайних значений  $n$  и  $x$  при  $\mu = 3$ , а также для  $\mu = 2,4$  и  $4$  при  $n$  и  $x$ , приведенным ранее. Расчеты показали, что вариация  $n$  и  $x$  в пределах  $\pm 20\%$  изменяла  $d_{32}$  и  $g$  не более чем на  $\pm 5\%$ . Уменьшение  $\mu$  на 25% снижает содержание частиц на 5% и увеличивает средний размер частиц на 7%, поскольку  $r_0$  при этом уменьшалось на 5%. С ростом параметра  $\mu$  на 30% происходит повышение  $g$  на 6% и падение  $d_{32}$  на 6—7%.

Таким образом, методические погрешности определения  $d_{32}$  и  $g$ , обусловленные точностью измерения коэффициентов пропускания среды, определения  $n$  и  $x$ , а также представления дисперсного состава частиц аналитическим выражением (1) с  $\mu = 3$  не превышают  $\pm 20\%$ .

Изменение параметров двухфазного потока и его микроструктуры во времени при использовании двух типов фильтров показано на рис. 3. За начало отсчета принимался момент подачи узлом возбуждения процесса теплового импульса. Большое сопротивление второго фильтра приводило к быстрому увеличению давления перед ним, ускоренно разложения  $\text{NaN}_3$  и смещению во времени кривых 2 на 2 с (рис. 3, а, б).

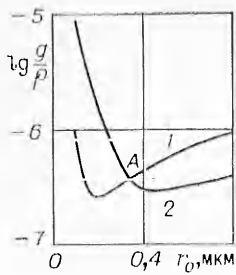


Рис. 2. Зависимость логарифма объемной концентрации  $\lg \frac{g}{p}$  от  $r_0$  для  $\lambda = 1,65$  (1) и  $3,9$  мкм (2).

$$K_{10,6}^D \cdot \frac{P}{g} \cdot 10^{-4}, \text{ м}^{-1}$$

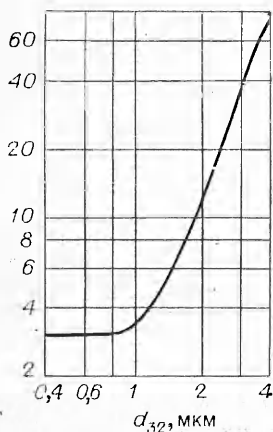


Рис. 4. Зависимость приведенного показателя ослабления от среднего диаметра частиц Na при  $\lambda = 10,6$  мкм.

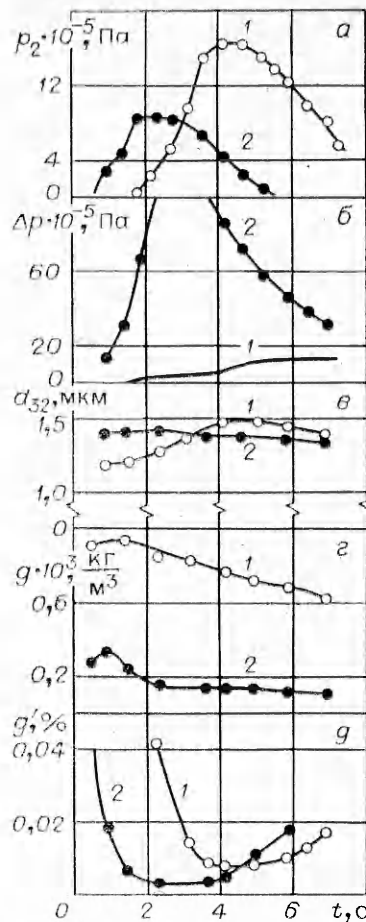


Рис. 3. Изменение во времени давления за фильтром  $p_2$  (а), перепада давлений на нем  $\Delta p$  (б), средних объемно-поверхностных размеров частиц  $d_{32}$  (в), а также абсолютного (г) и относительного (д) массового содержания частиц Na за фильтром при использовании первого (1) и второго (2) фильтра.

Средний размер частиц при использовании обоих фильтров составлял  $1,2-1,5$  мкм (рис. 3, в). Некоторое увеличение значений  $d_{32}$  во времени при использовании первого фильтра вызвано проталкиванием через сетки более крупных частиц по мере роста давления перед ним. Для фильтра второго типа перепад давлений  $\Delta p$  распределялся по его длине, и размеры частиц за ним определялись эффективным сечением пор фильтра. Массовое содержание частиц в потоке за первым фильтром во времени уменьшалось от  $0,9 \cdot 10^{-3}$  до  $0,6 \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup> (рис. 3, г), несмотря на увеличение давления среды (см. рис. 3, а). Это обусловлено улучшением фильтрации по мере накопления частиц в фильтре. Более плавный ход зависимости  $g(t)$  за вторым фильтром, а также наличие в ней максимума в начале работы установки обусловлены, вероятно, прохождением мелких частиц песка.

Относительное массовое содержание  $g = g_{Na}/g_N$ , частиц Na в потоке N<sub>2</sub> в основном режиме работы установки, когда давление за фильтрами принимает максимальное значение, составляет соответственно  $0,008$  и  $0,003\%$  (см. рис. 3, д). Улучшение фильтрации в начале работы установки и ее ухудшение в конце обусловлено, вероятно, накоплением частиц, а затем проталкиванием жидких капель через фильтр по мере его нагревания.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что фильтр в виде двух двойных сеток с размерами ячеек  $0,15 \times 0,15$  мм, между которыми помещен слой песка толщиной 40 мм фракции 30—300 мкм, обеспечивает в 2—3 раза лучшую фильтрацию частиц, чем фильтр, состоящий из двух двойных сеток. Однако в первом случае возрастает сопротивление газовому потоку и в нем появляются частицы песка. Поэтому необходимо в фильтре первого типа использовать три двойные сетки, или во втором уменьшить толщину слоя песка до 10—15 мм и предварительно продуть его воздухом при высоком давлении.

Непосредственно за сопловым блоком частицы Na находились еще в жидком состоянии, и можно допустить, что их плотность, как и за фильтром, составляла  $950 \text{ кг/м}^3$ . При прохождении частиц через сопловый блок возможно изменение их дисперсного состава [16]. При столкновении мелких частиц, имеющих большую скорость, с крупными возможен процесс коагуляции, в результате которого средний диаметр частиц возрастает. Наряду с процессом слияния частиц может иметь место распад капель под аэродинамическим воздействием, а также диспергирование частиц при соударениях. Согласно выполненным оценкам, при прохождении жидких частиц Na через сопловый блок могут увеличиваться их средние размеры, но незначительно из-за малой концентрации. По этой же причине за соплом невозможно определить потери излучения на частицах путем непосредственного измерения показателя ослабления при  $\lambda = 10,6$  мкм и найти значения  $d_{32}$  и  $g$ . Поэтому оценку потерь излучения рассчитывали в предположении, что при прохождении частиц через сопло уменьшалось только массовое содержание частиц, а их средние размеры и функция распределения по размерам не изменялись.

Для частиц Na с функцией распределения по размерам (1) и приведенными оптическими постоянными  $n$  и  $k$  при  $\lambda = 10,6$  мкм по формуле (3) рассчитаны приведенные показатели ослабления  $a(r_0)$  для  $r_0 = 0,1 \div 1$  мкм. Затем построена зависимость  $a(r_0) = K_{10,6}^0 \frac{r_0}{s}$  от  $d_{32} = 4r_0$  (рис. 4). С ее помощью для значений  $d_{32}$ , измеренных за фильтром, и  $g$  за сопловым блоком определялся показатель ослабления излучения  $K_{10,6}^0$  на частицах при  $\lambda = 10,6$  мкм.

Массовое содержание частиц за сопловым блоком со степенью расширения 50,  $t = 4$  с при применении первого и второго фильтров составило  $4,5 \cdot 10^{-6}$  и  $0,8 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>. Тогда в первом случае для  $d_{32} = 1,5$  мкм  $K_{10,6}^0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}$ , а во втором для  $d_{32} = 1,4$  мкм  $K_{10,6}^0 = 4,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-1}$ . Учет незначительного укрупнения частиц при прохождении их через сопловый блок не приведет к существенному увеличению показателей ослабления. Относительная погрешность оценки показателя ослабления излучения при  $\lambda = 10,6$  мкм за сопловым блоком не превышает 50%. Полученные значения  $K_{10,6}^0$  на 3—4 порядка ниже показателей усиления лазерно-активной среды. Это свидетельствует об эффективности применения механических фильтров для очистки азота от Na, если он за сопловым блоком находится в конденсированном состоянии. При этом можно ограничиться использованием более простого фильтра в виде двух-трех двойных сеток с размерами ячеек  $0,15 \times 0,15$  мм.

При нагревании азота, содержащего частицы Na, до  $T \geq 1163$  К натрий испаряется и за соплом может находиться в парообразном состоянии. Газообразный Na в потоке колебательно-возбужденного азота может приводить к очень быстрой  $V - T$ -деактивации азота и уменьшению показателя усиления лазерно-активной среды [1]. В этом случае необходимо создавать условия быстрой конденсации паров натрия в сопловом блоке или принимать дополнительные меры по уменьшению их содержания.

Таким образом, описанная методика определения средних размеров и содержания жидких частиц Na в потоке азота по ослаблению излучения, измеренного при длинах волн 1,65 и 3,9 мкм, позволила оценить



эффективность фильтрации механическими фильтрами азота, вырабатываемого генератором на основе разложения  $\text{NaN}_3$ . Выполненные оценки потерь излучения при  $\lambda = 10,6$  мкм за сопловым блоком на частицах Na, прошедших через фильтр, подтвердили возможность использования подобной системы генерации азота с механическим фильтром для создания активной среды.

Поступила в редакцию 5/XI 1984

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Андерсон. Газодинамические лазеры. М.: Мир, 1979.
2. В. А. Архипов, Г. С. Ратанов. ФГВ, 1979, 15, 2, 185.
3. А. С. Борейшо, А. Ф. Леонов, Ю. А. Милицын. ФГВ, 1983, 19, 6, 43.
4. Е. П. Болтрукевич, Г. С. Ратанов. ФГВ, 1979, 15, 2, 187.
5. А. Л. Доббес, Л. А. Фельдберг. ТВТ, 1980, 18, 3, 590.
6. Инфракрасный спектрофотометр «Свирель». Каталог приборов. Минск: Наука и техника, 1981.
7. К. С. Шифрин.— В кн.: Тр. Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. Вып. 109, 1961.
8. Р. А. Доббинс. РТК, 1963, 1, 221.
9. А. П. Пришивалко, Е. К. Науменко. Рассеяние света сферическими частицами и полидисперсными средами. Ч. 1. Препринт ИФ АН БССР, Минск, 1972.
10. H. Mayer, B. Hietel. Optical Properties and Electronic structure of Metals and Alloys. Proceedings of the First International Collog. Paris, 1965.
11. G. Mie. Ann. der Phys., 1908, 25, 377.
12. К. С. Шифрин. Рассеяние света в мутной среде. М.: Гостехиздат, 1951.
13. А. П. Иванов, А. Я. Хайруллина. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1966, 11, 7, 721.
14. А. Я. Хайруллина, А. П. Иванов. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана, 1967, 7, 2, 255.
15. Г. Ван де Хюлет. Рассеяние света мелкими частицами. М.: ИЛ, 1953.
16. В. Е. Алмасов, А. Ф. Дрегалли, А. П. Тихини. Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1980.

### ВЛИЯНИЕ ДИФфуЗИИ НА СТАЦИОНАРНЫЕ СОСТОЯНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ТРЕХСТАДИЙНОМ АДСОРБЦИОННОМ МЕХАНИЗМЕ РЕАКЦИИ

*Н. Н. Смирнов, Г. С. Яблонский, В. И. Елохин*

*(Москва, Новосибирск)*

При теоретическом изучении каталитических реакций основное внимание, как правило, уделяется исследованию динамических свойств кинетической модели поверхности [1—3]. Задачи динамики гетерогенно-каталитических реакций: исследование существования стационарных точек кинетической модели и их числа, анализ устойчивости этих состояний и определение областей притяжения устойчивых стационарных точек [4, 5]. При этом в большинстве работ предполагается, что в газовой фазе имеет место идеальное перемешивание, т. е. параметры газа стационарны и их значения у поверхности катализатора такие же, как и во внешнем потоке. Однако во многих случаях наличие градиентов концентраций оказывает существенное влияние на протекание каталитической реакции, количество стационарных точек и их положение в фазовом пространстве. Наличие градиентов концентраций может приводить к тому, что скорость химической реакции определяется не кинетикой, а скоростью подачи реагентов к поверхности в результате диффузии [4—6].

В данной работе исследуется множественность стационарных точек кинетической модели Лэнгмюра — Хиншельвуда реакции окисления CO на платиновом сферическом катализаторе с учетом диффузии реагентов к поверхности.

Трехстадийный адсорбционный механизм имеет вид [1]

