4. Михеев В. М. Рентгенометрическое определение минералов. Госгеохимиздат, М., 1957.

5. Уманский Я. С. Рентгенография металлов. Металлургия, М., 1968.

ԱԼՄԱՍՏԻ ԲՅՈՒՐԵՂԱՑՈՒՄԸ ՄԻԱԲՅՈՒՐԵՂԱՑԻՆ ԿՐԵՄՆԻՈՒՄԻ ՏԱԿԳԻՐԻ ՎՐԱ ԱԾԽԱՋՐԱԾԻՆՆԵՐԻ ՔԱՅՔԱՅՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

U. 2. TUPASUL, U. 9. UUUSPSUL, U. 2. UUPSPEAUSUL, 2. U. TUPASUL

Աշխատանջում կատարված է տարբեր ածխածինների գոլորշիներից ձևավորված մասնակի իոնիզացված հոսցերով ալմաստանման ԲաղանԲների նստեցում, որոնք հետապայում Բաղանքի որակի բարելավման համար մշակվում են արգոնի իոններով։ Այս մեԲոդը իրականացնելու համար բնտրված էր УРМЗ 279.028 իոնական կերակցման սարցավորումը, որի մեջ կատարված էին համապատասխան փոփոխուԲյուններ։ Իոնների էեերգիան ընտրված է 20-50 կվ։ Ստացված Բաղանքների կառուցված բը ուսումնասիրվել է ռենտգենագրաֆիկ մեԲոդով՝ Բաղանքների մակերևույԲից դիտվել է վուլֆ-Բրեգյան անդրադարձում (111) հարքուԲյան համար, որը և ապացուցում է, որ դոլացել է արմաստին հատուկ բյուրեղային կառուցվածց ունեցող Բաղանք։

THE CRYSTALLIZATION OF DIAMOND ON MONOCRYSTALLINE SILICIUM LAYER BY THE DESTRUCTION OF HYDROCARBONS

S. A. SHABOYAN, S. A. ASATRYAN, A. H. MARTIROSYAN H. S. SHABOYAN

The precipitation of diamond films from fluxes of partially ionized particles of different carbon vapors was made using a modified ionic etching device YPM3 279.028. For the formation of diamond films the energy of ions was chosen to be within the range 20-50 keV. The structure of the films was investigated by means of X-ray Bragg reflection from the (111) plane. The obtained diamond films were shown to be both monocrystalline and nondislocational.

Изв. АН Армении, Физика, т. 25, вып. 6, 346-352 (1990)

УДК 535.324:546.212:621.371

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОДЫ В СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Г. М. АЙВАЗЯН

Институт раднофизики и электроники АН Армении

(Поступила в редакцию 22 мая 1990 г.)

Выполнен расчет комплексного показателя преломления теплой и переохлажденной воды во всем субмиллиметровом диапазоне от 1 до 0,1 мм через 0,1 мм для пяти эначений температур воды от $+20^{\circ}$ до -20° С, через 10° С.

Комплексный показатель преломления воды m = n — *i* используется для расчетов ослабления и радиолокационного отражения электромаг-

нитных волн в облаках по теории Ми [1-3]. От того, насколько точно

определены значения показателя преломления — *п* и показателя поглощения — % воды, во многом зависят поглощающие и рассеивающие свойства капель воды в облаках.

Субмиллиметровый (СБММ) диапазон только осваивается исследователями. Вопросу экспериментального определения комплексного показателя преломления воды в СБММ диапазоне посвящено очень мало работ. В основном они касаются положительных температур. Экспериментальных

работ по определению n и и переохлажденной воды до настоящего времени вообще нет. Поэтому учеными предложены различные методики рас-

чета п и и в СБММ диапазоне для переохлажденной воды. Ниже, интер-

поляцией экспериментальных данных n и κ , определенных при положительных температурах +20, +10 и 0°С, вычислены спектральные эначе-

ния $n(\lambda)$ и $\kappa(\lambda)$ во всем СБММ диапаозне для длин волн от 1 до 0,1 мм. через 0,1 мм. Сравнением данных при положительных температурах из теоретических методик выбраны те, которые наиболее близки к экспери-

менту и могут быть использованы для расчетов $n(\lambda)$ и $\varkappa(\lambda)$ в СБММ диапазоне для переохлажденной воды от 0 до -20° С. Используя эти ме-

тодики в работе выполнен теоретический расчет $n(\lambda)$ и $\kappa(\lambda)$ в СБММ диапазоне для температур 0, —10° и —20° С.

Комплексный показатель преломления воды

В микроволновом диапазоне комплексный показатель преломления воды рассчитывается по формулам Дебая [4] и характеризуется, в основном, релаксационным механизмом поляризуемости молекул. С переходом в СБММ диапазон, из-за высоких частот, воздействие релаксационной поляризуемости постепенно уменьшается и необходим учет уже резонансной поляризуемости молекул под воздействием полос поглощения воды в ИК

области спектра. Исходя из этого, для расчета $n(\lambda)$ и $\varkappa(\lambda)$ в СБММ диапазоне исследователями в настоящее время разработаны три методики, к рассмотрению которых мы и приступим.

1. В работе [5] предложен метод расчета n и × в СБММ диапазонедля положительных и отрицательных (до—20°С) температур (обозначим метод Т 1). Суммарная диэлектрическая проницаемость воды— ε_{y} в СБММ диапазоне будет складываться из дебаевской и резонансной — $\varepsilon_{pe3} = \varepsilon_{pe3} - \varepsilon_{pe3}^{*} i$ поляризуемостей. Видоизмененные формулы Дебая с учетом резонансной поляризуемости молекул будут следующими:

$$\mathbf{\varepsilon}_{\Sigma}' = \varepsilon_{pe3}' + \frac{\varepsilon_{s} - \varepsilon_{pe3}'}{1 + \left(\frac{\hbar s}{\lambda}\right)^{z}}; \qquad \varepsilon_{\Sigma}'' = \varepsilon_{pe3}' + \frac{\varepsilon_{s} - \varepsilon_{pe3}' \left(\frac{\hbar s}{\lambda}\right)}{1 + \left(\frac{\hbar s}{\lambda}\right)^{2}}. \tag{1}$$

347'

12.1

Резонансные составляющие зрез и зрез можно вычислить по [6] или согласно [5]:

$$\varepsilon_{pe3}' = 1,8 + \frac{\Delta \varepsilon}{2} \left[\frac{1 + \omega_0 (\omega + \omega_0) \tau_r^2}{1 + (\omega + \omega_0)^2 \tau_r} + \frac{1 - \omega_0 (\omega - \omega_0) \tau_r^2}{1 + (\omega - \omega_0)^4 \tau_r} \right] , \quad (2)$$

$$\varepsilon_{pe3}'' = \frac{\Delta \varepsilon}{2} \left[\frac{\omega \tau_r}{1 + (\omega + \omega_0)^2 \tau_r^2} + \frac{\omega \tau_r}{1 + (\omega - \omega_0)^2 \tau_r^2} \right]$$

тде ε_s — статистическая оптическая диэлектрическая проницаемость воды, λ — длина волны, λ_s — центральная длина волны релаксационной области поглощения, λ_r — длина волны резонансной линии поглощения, τ_r — характеристическое время затухания амплитуды резонансных колебаний, собственная частота которых ω_0 , $\Delta \varepsilon^{H_s 0} = \varepsilon_0 - \tilde{n}_{onm}^2 = 4,99$ — $1,8 = 3,1; \ \omega_0 = 7,793 \cdot 10^{12} \ [7]; \ \omega = \frac{2\pi c}{\lambda}$ и $\tau_r = \frac{\lambda_r}{2\pi c}$; c — скорость

света.

Используя формулы (1) и (2), а также постоянные для ε_s , λ_s и λ_r при температуре + 20°, + 10°, 0° и - 10°С из [5] и при -20°С из [4] мы рассчитали ε'_{2} и ε''_{3} для воды в СБММ диапазоне от 1 до 0,1 мм через 0,1 мм для пяти значений температур из интервала +20°--20°С через 10°С.

2. Следующий метод теоретического расчета n и х в СБММ диапазоне (обозначим метод Т2) предложен в работе [8]. Здесь $\tilde{n}(\lambda)$ и х(λ) представлены в виде сумм:

$$\begin{aligned} \widetilde{n}(\lambda) &= n^{D}(\lambda) + n^{P}(\lambda) \\ \chi(\lambda) &= \chi^{D}(\lambda) + \chi^{P}(\lambda) \end{aligned} \right\}, \tag{3}$$

(4)

где $n^{D}(\lambda)$ и $x^{D}(\lambda)$ — дебаевские составляющие, а $n^{P}(\lambda)$ и $x^{P}(\lambda)$ — резонавсные составляющие n и х. Для расчета дебаевских составляющих nи х в [8] использовались модифицированные обобщенные формулы Дебая [8]:

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + \frac{\left(\varepsilon_x - \varepsilon_0\right) \left| 1 + \left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{1 - \alpha_0} \cdot \sin\left(\alpha_0 \frac{\pi}{2}\right) \right|}{1 + 2\left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{1 - \alpha_0} \cdot \sin\left(\alpha_0 \frac{\pi}{2}\right) + \left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{2(1 - \alpha_0)}},$$

$$\varepsilon'' = \frac{\left(\varepsilon_s - \varepsilon_0\right) \left[\left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{1 - \alpha_0} \cos\left(\alpha_0 \cdot \frac{\pi}{2}\right) \right]}{1 + 2\left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{1 - \alpha_0} \sin\left(\alpha_0 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + \left(\frac{\lambda_s}{\lambda}\right)^{1 - \alpha_0}} + \frac{\sigma_\lambda}{18,8496 \cdot 10^{10}}$$

где ε_0 — оптическая диэлектрическая проницаемость воды, α_0 — параметр, зависящий от температуры, $\sigma_{\lambda} = 12,566 \cdot 10^8$ [9]. Параметры для (4) получены в [8] эмпирически при сравнении с экспериментом:

где t — температуры в градусах Цельсия.

Резонансные составляющие $n^{P}(\lambda)$ а $x^{P}(\lambda)$ вычисляются следующим образом:

$$\widetilde{n}^{P}(i) = (1 + \overline{T}_{9}) \left[z_{oj} + \sum_{j=1}^{N_{j}} \frac{\beta_{j} [w_{oj}^{2} - (10000 / \lambda)^{2}]}{[w_{oj}^{2} - (10000 / \lambda)^{2}]^{2} + \gamma_{j} (10000 / \lambda)^{2}} \right], \quad (6)$$

$$T_{s} = 0,0001 (t - 25) \exp[t(u)/4]^{1/2},$$

где $w_{oj} = 10000 / v_{oj}$; λ — длина волны в мкм, α_{oj} , β_j и γ_j — параметры для каждого спектрального интервала (см. таблицу III в [8]); $\lambda(u)$ определяется для каждого спектрального интервала — $v_{oj} = 10000 / w_{oj}$ при подстановке значений w_{oj} (см. табл. III [8]);

$$\mathbf{x}^{P}(\lambda) = \sum_{j=1}^{N_{i}} \beta_{j} \exp - \left[\log\left(\lambda/\lambda_{oj}\right)/\Delta j\right]^{\gamma_{j}}$$
(7)

где β_i , Δj и γ_j — параметры (см. [8]), λ_{oj} — центр j-ой полосы (см. табл. 2 [8]), N_j — число членов в сумме, равное числу λ_{oj} .

Используя формулы (3)—(7) и данные из таблиц [8], мы вычислили комплексные показатели преломления воды в СБММ диапазоне от 1 до 0,1 мм через 0,1 мм для пяти значений температур из интервала +20° —20° С, через 10° С.

3. В работе [10] выполнены расчеты *n* и ж для положительных и отрицательных температур (обозначим метод Т 3) в СБММ диапазоне. Еще в методе Т 1 [5] выявлено основное свойство зависимости действительной и мнимой частей диалектрической проницаемости воды от температуры в СБММ диапазоне

$$\varepsilon' = \varepsilon'(t_0) + k'(t_0)(t - t_0) \\ \varepsilon'' = \varepsilon''(t_0) + k''(t_0)(t - t_0)$$
(8)

где t_0 — Начальное, а t — неизвестное значение температуры; $k'(t_0)$ и $k''(t_0)$ — функции от длины волны, график которых приводится в [5]. Таким образом, если известны $\epsilon'(t_0)$ и $\epsilon''(t_0)$ при определенной температуре t_0 , то используя (8) и графики функций $k'(\lambda)$ и $k''(\lambda)$ из [5], можно рассчитать ϵ' и ϵ'' для любой температуры. В работе [10] использовались экспериментальные данные n и × при 25°C [11] (эти

данные они пересчитали к $t_0 = 20$ °C) и рассчитали s' и s" для температур +30°, 10° 0°, -16 и -32°C и длин волн: 100, 200, 337 и 500 мкм.

Используя метод ТЗ, начальные значения є' и є" при $t_0 = 20^{\circ}$ С (наш пересчет) — результат усреднения четырех работ: [11] — при $t = 25^{\circ}$ С, [12] — при $t = 19^{\circ}$ С, [13] — при $t = 30^{\circ}$ С и [14] — при $t = 25^{\circ}$ С; $k'(\lambda)$ и $k''(\lambda)$ из графика работы [5], мы рассчитали п и х воды в СБММ диапазоне от 1 до 0,1 мм через 0,1 мм и пяти значений температур от $+20^{\circ}$ до -20° С через 10° С.

Результаты расчетов

В табл. приводятся выполненные нами расчеты комплексного показателя преломления m = n—*i*х для пяти значений температур во всем СБММ диапазоне. В таблице представлены следующие данные:

Таблица

Комплексный показатель преломления $m = n - i\chi$ теплой и переохлажденной воды в субмиллиметровом диапазоне длин воли

№ № пп	λ MRM	÷20°C	+10°C	0°C	-10°C	-20°C
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100	$\begin{array}{c} 2,56-1,01i\\ 2,47-0,96i\\ 2,45-0,87i\\ 2,39-0,81i\\ 2,34-0,71i\\ 2,29-0,71i\\ 2,22-0,62i\\ 2,13-0,55i\\ 2,06-0,48i\\ 1,98-0,47i\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,45-0,89i\\ 2,40-0,83i\\ 2,35-0,74i\\ 2,32-0,75i\\ 2,23-0,70i\\ 2,24-0,65i\\ 2,19-0,58i\\ 2,19-0,58i\\ 2,12-0,53i\\ 2,05-0,51i\\ 1,97-0,47i \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,28 & - 0,58t \\ 2,24 & - 0,54t \\ 2,20 & - 0,51t \\ 2,18 & - 0,48t \\ 2,15 & - 0,48t \\ 2,15 & - 0,48t \\ 2,05 & - 0,38t \\ 1,93 & - 0,35t \\ 1,93 & - 0,30t \\ 1,96 & - 0,30t \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,26-0,37i\\ 2,20-0,42i\\ 2,15-0,38i\\ 2,09-0,35i\\ 2,04-0,32i\\ 1,99-0,29i\\ 1,94-0,27i\\ 1,91-0,26i\\ 1,91-0,27i\\ 1,83-0,37i\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,10-0,25i\\ 2,05-0,30i\\ 2,ct-0,28i\\ 1,96-0,26i\\ 1,96-0,24i\\ 1,92-0,22i\\ 1,89-0,21i\\ 1,87-0,21i\\ 1,87-0,21i\\ 1,87-0,24i\\ 1,79-0,36i\\ \end{array}$

Положительные температуры от 0 до +20°С

Для температуры $+20^{\circ}$ С и всех длин волн — интерполяция или точные данные наших расчетов по усреднению результатов вышеуказанных четырех работ [11—14]. Это, фактически, наши начальные данные в расчетах по методу Т 3. При температуре 10° С в таблице приводятся данные интерполяции или точные значения результатов экспериментально измеренных значений n и х из [15, 16]. В таблице при температуре 0° С приводятся интерполированные или точные значения экспериментально полу-

ченных значений п и и в работе [13].

Отрицательные температуры —10 и —20° С

В СБММ диапазоне экспериментально измеренных значений *п* и ж, при отрицательных температурах, нет. Поэтому необходимо использовать один из вышеуказанных методов — T1—T3 для теоретических расчетов значений *n* и ж при отрицательных температурах. Необходимо выбрать тот: метод, который наиболее близок к эксперименту при положительных тем-

пературах. С этой целью мы провели сравнение, отдельно для n и \varkappa , результатов наших теоретических расчетов при t=20, 10 и 0° С (см. описание выше по методам T1—T3) с экспериментальными данными других авторов при этих же температурах.

Результаты сравнения показали, что теоретические расчеты $n(\lambda)$ по методу T2 наиболее близки к экспериментальным данным при положительных температурах, особенно при 0°С. С другой стороны, теоретические расчеты $\varkappa(\lambda)$ по методу T1 наиболее близки к экспериментальным значениям при положительных температурах — особенно при t = 0°С. Поэтому в таблице при t = -10 и -20°С приводятся результаты наших расче-

тов для всех длин волн СБММ диапазона n (λ) по методу T2 [8], а \varkappa (λ) по методу T1 [5].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Шифрин К. С. Рассеяние света в ледяной среде. Гостехиздат, М., 1951.
- .2. Шифрин К. С. Введение в оптику океана. Гидрометеонздат, Л., 1983.
- 3. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами. Изд. Мир, М., 1971.
- Розенберг В. И. Рассеяние и ослабление электромагентного излучения атмосферными частицами. Гидрометеоиздат, Л., 1972.
- 5. Мельшенко Ю. И., Ваксер Н. Х. УФЖ, 15, 1496 (1970).
- 6. Фрёлих Г. Теория дивлектриков. Изд. ИЛ, М., 1960.
- 7. Cartwright C. H. and Errera J. J. Proc. Roy. Soc., A 154, 138 (1936).
- 8. Ray P. S. Applied Optics., 11, 1936 (1972).
- '9. Saxton J. A. Wireless Engineer. 26, 288 (1949)
- 10. Розенберг В. И., Воробьев Б. М. Изв. АН СССР, ФАО, 11, 526 (1975).
- 11. Золотарев В. И. и др. Оптика и спектроскопия, 27, 790 (1969).
- 12. Afsar M. N. and Hasted J. B. JOSA, 67. 902 (1977).
- 13. Afsar M. N. and Hasted J. B. Infrared Physics. 18, 835 (1978).
- 14. Simpson O. A., Bean B. L. and Perkowitz S. JOSA, 12, 1723 (1979).
- Hasted J B., Husain S. K., Frescura F. A. M. and Birch J. R. Chemical Physics Letters, 118, 622 (1985).
- Zafar M. S., Hasted J. B. and Chumberlain J. E. Nature Physical Science 243, 105 (1973).

ՍՈՒԲՄԻԼԻՄԵՏԲԱՆՈՑ ԴԻԱՊԱՉՈՆՈՒՄ ՋՐԻ ԲԵԿՄԱՆ ԿՈՄՊԼԵՔՍ ՑՈՒՑԻՉԸ

2. 1. 1.841.9314

Կատարված է տար և դերսառեցրած չրի բեկման կոմպլերս ցուցիչի հաչվարկը ամբողջ սուրմիլիմետրանոց դիապաղոնում 1-ից մինչև 0.1 մմ՝ 0.1 մմ բայլով, չրի չերմաստիճանի հինդ արժերների համար՝ +20° C-ից մինչև –20° C, 10° C բայլով։

COMPLEX INDEX OF WATER REFRACTION IN SUBMILLIMETER BAND

H. M. AJVAZYAN

The complex index of refraction has been calculated for warm and supercooled water in all the submillimeter band from 1 to 0.1 mm in 0.1 steps for five values of water temperature from $+20^{\circ}$ C to -20° C in 10° C steps

Изв. АН Армении, Физика, т. 25, мып. 6, 352-355 (1990);

УДК 534.29:539.122

РЕЗОНАНСНОЕ РАССЕЯНИЕ МЕССБАУЭРОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ТОЛСТЫХ ОБРАЗЦАХ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Л. А. КОЧАРЯН, А. Ш. ГРИГОРЯН, Р. Г. ГАБРИЕЛЯН. Э. М. АРУТЮНЯН

Институт прикладных проблем физики АН Армении.

(Поступила в редакцию 28 июня 1990 г.)

Исследованы некоторые вопросы рассеянного вперед и назад мессбаузровского излучения в фольге из нержавеющей стали с естественным содержанием изотопа F57. В работе впервые исследовано явление рассеяния мёссбауэровского излучения при наличии в рассеявателе ультразвуковых колебаный.

В опытах по мёссбауюровскому рассеянию оказывается возможным получить существенно большую величину оффекта, чем в опытах на пропускание, что обусловлено меньшим относительным вкладом фона в регистрируемый поток. Большая величина оффекта и возможность наблюдения утлового распределения рассеянных квантов, в частности, позволяют сравнительно легко расшифровать сложные спектры плохо разрешенных сверхтонких взаимодействий. Спектроскопия на рассеяние в условиях дифракции мессбауюровского излучения несет уникальную информацию о магнитной и электрической структуре кристаллов. Особый интерес представляет изучение таким методом когерентных оффектов, ролеевского рассеяния и т. д. Наконец, в геометрии рассеяния возможен фазовый анализ кристаллов (так называемая мёссбауюрография).

Впервые безотдаточное ядерное резонансное рассеяние наблюдалось в работе Барлуто и др. [1], в котором использовались источник Sn¹¹⁹ и обогащенный образец олова. Из измерений рассеяния, как функции температуры, они вывели фактор Дебая-Валлера поглотителя, хорошо совпадающем со значением, полученным из измерений по поглощению. Блек и Мунн [2] исследовали интерференцию между безотдаточным резонансным (мёссбауэровским) и нерезонансным (релеевским) рассеяниями, используя источник Co⁵⁷ и обогащенный образец железа. Фрауенфельдер и др. [3]