

QEYRİ-XƏTTİ OPTİKA METODUNUN KÖMƏYİLƏ MADDƏNİN YÜKSƏK TƏRTİBLİ QAVRAYICILIĞININ TƏYİNİ

Z.H. TAĞIYEV

Azərbaycan Tibb Universiteti

R.J. QASIMOVA, Q.Ə. SƏFƏROVA, N.A. ASLANOVA

Bakı Dövlət Universiteti

AZ 1148, Bakı ş., akad. Zahid Xəlilov küç., 23

Göstərilmişdir ki, sabit intensivlik yaxınlaşmasında mərkəzsimmetrik olmayan mühitlərdə mühitin kubik qeyri-xəttiliyi ikinci harmoniyanın generasiyası zamanı mühüm rol oynayır. Kubik qeyri-xəttiliyin nəzərə alınması qarşılıqlı təsirdə olan dalğalar arasındakı optimal faza münasibətinə təsir edir. Bu da öz növbəsində ikinci harmoniyanın intensivliyinin fəza döyümlərinin periodunu dəyişdirir. Fəza döyümlərinin periodunun mühitin kubik qeyri-xəttilikdən asılılıq faktı mühitin kubik qeyri-xətti qavrayıcılığını qiymətləndirməyə imkan verir.

Qeyri-xətti qavrayıcılıq qeyri-xətti mühitin əsas parametrlərindən biridir. Bu parametrlərin təyini əsasən qeyri-xətti optika metoduna əsaslanır. Bunun üçün optik tezlikli şüalanmaların qeyri xətti mühitlərdə çevrilmə prosesindən istifadə olunur [1-3]. İkinci harmoniya prosesinin sabit amplitud yaxınlaşmasında təhlili göstərir ki, tezliyin ikinci harmoniyaya çevrilməsinin effektivliyi mühitin qeyri-xətti qavrayıcılığı ilə mütənasibdir [4, 5]. Bu fakt qeyri-xətti qavrayıcılığın tapılmasına imkan yaratdı. Lakin, qeyd etmək lazımdır ki, sabit amplitud yaxınlaşmasında qeyri-xətti qavrayıcılığın təyini o qədər də korrekt deyildir. Çünki, bu yaxınlaşmada qarşılıqlı təsir prosesində əsas dalğanın həm həqiqi amplitudası və həm də fazası dəyişməz, yəni sabit götürülür. Bu da dalğaların qarşılıqlı təsirinin yalnız başlanğıc mərhələsini düzgün xarakterizə etməyə imkan verir.

Axır zamanlarda qeyri-xətti qavrayıcılığın təyini sabit intensivlik yaxınlaşmasında da aparılmışdır [6]. Sabit amplitud yaxınlaşmasından fərqli olaraq, sabit intensivlik yaxınlaşmasında qarşılıqlı təsir zamanı əsas dalğanın yalnız həqiqi am-

plitudası dəyişməz hesab edilir, dalğaların fazasına isə heç bir məhdudiyət qoyulmur. Bununla da, ikinci harmoniya dalğasının əsas dalğanın fazasına əks təsiri nəzərə alınmış olur. Ona görə də sabit intensivlik yaxınlaşmasında dalğaların qarşılıqlı təsirini xarakterizə edən qısaldılmış tənliklər sisteminin həlli, sabit amplitud yaxınlaşmasındakı həllə nəzərə daha dəqiq olur [6]. Sabit amplitud yaxınlaşmasının nəticəsindən fərqli olaraq, sabit intensivlik yaxınlaşmasında ikinci harmoniya dalğasının həqiqi amplitudasının və eləcə də intensivliyinin fəza döyümlərinin periodu mühitin qeyri-xətti qavrayıcılığından asılıdır. Bu asılılıq qeyri-xətti qavrayıcılığın daha dəqiq təyininə imkan yaradır.

Hazırkı işdə sabit intensivlik yaxınlaşmasında mərkəzsimmetrik olmayan mühitlərdə ikinci harmoniyanın generasiyası prosesi zamanı dalğaların öz-özünə təsiri də nəzərə alınmaqla, mühitin qeyri-xətti qavrayıcılığının qiymətləndirilməsi araşdırılmışdır.

İkinci harmoniyanın generasiyası aşağıdakı tənliklər sistemi vasitəsilə xarakterizə olunur [7-8]:

$$\begin{aligned} \frac{dA_1}{dz} + \delta_1 A_1 &= -i\gamma_1 A_1^* A_2 \exp(-i\Delta z) - i(\gamma_{11} |A_1|^2 + \gamma_{12} |A_2|^2) A_1, \\ \frac{dA_2}{dz} + \delta_2 A_2 &= -i\gamma_2 A_1^2 \exp(i\Delta z) - i(\gamma_{21} |A_1|^2 + \gamma_{22} |A_2|^2) A_2, \end{aligned} \quad (1)$$

Burada A_1, A_2 - uyğun olaraq ω_1 və ω_2 ($\omega_2 = 2\omega_1$) tezlikli dalğaların kompleks amplitudları, $\gamma_{1,2}$ - mühitin kvadratik qeyri-xəttiliyə və γ_{ij}, γ_{mj} isə mühitin kubik qeyri-xəttiliyə bağlı olan qeyri-xətti əlaqə əmsallarıdır [8]:

$$\begin{aligned} \gamma_{ij} &= \frac{3\pi\omega_j}{2cn_j} \bar{e}_j \mathcal{E}^{(3)} : \bar{e}_j \bar{e}_j \bar{e}_j \quad (j = 1, 2), \\ \gamma_{mj} &= \frac{3\pi\omega_m}{cn_m} \bar{e}_m \mathcal{E}^{(3)} : \bar{e}_m \bar{e}_j \bar{e}_j \quad (j, m = 1, 2; \quad j \neq m) \end{aligned}$$

γ_{11}, γ_{22} əmsalları dalğaların öz-özünə və γ_{12}, γ_{21} - isə dalğaların çarpaz qarşılıqlı təsiri ilə bağlıdır, $\Delta = k_2 - 2k_1$ - faza sürüşməsi, $\delta_{1,2}$ - uyğun olaraq ω_1 və ω_2 tezlikli dalğaların udulma əmsallarıdır.

(1) tənliklər sisteminin

$$A_1(z=0) = A_{10}, \quad A_2(z=0) = 0, \quad (2)$$

başlanğıc şərti daxilində sabit intensivlik yaxınlaşmasında həlli ikinci harmoniya dalğasının həqiqi amplitudasının qeyri-xətti mühitin uzunluğundan harmonik qanunla asılılığına gətirir ($\delta_2 = 2\delta_1$):

$$A_2(z) = -i\gamma_2 A_{10}^2 \frac{\sin \lambda z}{\lambda} \exp \left\{ -\frac{2\delta_2 + i[(\gamma_{21} + 2\gamma_{11})I_{10} - \Delta]}{2} z \right\}, \quad (3)$$

burada

$$\lambda^2 = 2\Gamma^2 + (\Delta_1^{NL} - \Delta)^2 / 4, \quad \Gamma^2 = \gamma_1 \gamma_2 I_{10}, \quad I_{10} = A_{10} A_{10}^*,$$

$\Delta_1^{NL} = (2\gamma_{11} - \gamma_{12})I_{10}$ qeyri-xətti faza sürüşməsidir,
(3) ifadəsindən $A_2(z)$ -in dəyişmə periodu

$$z_{per} = \pi / \sqrt{2\Gamma^2 + (\Delta_1^{NL} - \Delta)^2} / 4. \quad (4)$$

(4) ifadəsinə görə sabit intensivlik yaxınlaşmasında ikinci harmoniyanın həqiqi amplitudunun fəza döyünlərinin periodu sabit amplitud yaxınlaşmasından fərqli olaraq əsas dal-

ğanın intensivliyindən I_{10} və qeyri-xətti faza sürüşməsindən Δ_1^{NL} də asılıdır.

Qeyri-xətti faza sürüşməsi də öz növbəsində qeyri-xətti əlaqə əmsallarının fərqi ilə $(2\gamma_{11} - \gamma_{12})$, yəni kubik qeyri-xətti qavrayıcılıqla mütənasibdir. Beləliklə, ikinci harmoniya dalğasının həqiqi amplitudasının qeyri-xətti əlaqə əmsallarından γ_{11}, γ_{12} asılılığı maddənin kubik qeyri-xətti qavrayıcılığını tapmağa imkan verir.

Yəni məsələnin parametrlərinin verilmiş qiymətlərində ikinci harmoniyanın amplitudunun minimumlarına görə fəza döyünlərinin periodunu müəyyən etməklə, maddənin kubik qeyri-xətti qavrayıcılığını qiymətləndirmək olar.

- [1] J. Gopalakrishnan, K. Ramesha, K. Rangan Kasthuri, Pandey Sonal. J. Solid State Chem. 1999, 148, N 1, p. 75-80; S. Savasta, G. Martino, R. Girlanda. Solid State Commun., 1999, 111, N 9, p. 495-500.
- [2] Z.H. Tağıyev, R.C. Qasımova. Maddənin qeyri-xətti optik qavrayıcılığının təyini üsulu. Patent № I 2000 0162; Z.A. Tağıyev, R.Dj. Kasumova. Optika i spektroskopiya 1996, 80, №6, s.941-943; Z.A. Tağıyev. Kvantovaya elektronika, 1992, 19, №7, s.682-683.
- [3] Tanahashi Ichiro, Inouye Hideyuki, Tanaka Koichiro, Nito Akihiro. Jap. J. Appl. Phys. Pt 1, 1999, 38, № 9A, p.5079-5082.
- [4] Spravochnik po lazeram. Pod. Red. A.M. Prokhrova. M., Sovetskoye Radio, 1978, t.2, 400s. (Rusca).
- [5] İ.R. Şen. Prinsipı nelineyniy optiki. M., Nauka, 1989, 560 s. (Rusca).
- [6] Tağıyev, A.S. Çirkin. JETF, 73, 1271-1282, 1977; Z.H. Tağıyev, R.J. Kasumova, R.A. Salmanova, and N.V. Kerimova. Quantum Semiclassic. Opt. 3, 84-87, 2001.
- [7] Z.H. Tağıyev, and R.J.Kasumova. Optics & Communications, 2006, 268, №.2, pp.311-316.
- [8] T.B. Razumixina, L.S. Teleqin, A.İ. Xolodnix, A.S. Çirkin. Kvantovaya elektronika, 11, 2026-2035, 1984; U.K. Salayev, Optika i spektroskopiya, 2003, 95, №1, 163-167. (Rusca).

Z.H. Tağıyev, R.J. Kasumova, G.A. Safarova, N.A. Aslanova

DETERMINATION OF MEDIA HIGH-ORDER SUSCEPTIBILITY BY NONLINEAR OPTICS METHOD

It is shown that, in constant - intensity approximation at second harmonic generation in noncentrosymmetrical media, the cubic susceptibility can play an important part. It is shown that cubic nonlinearity influence on optimal phase relationship between the interacting waves, the spatial beating period of the intensity of second harmonic. The dependence of the period of spatial beats on the cubic nonlinearity of a medium allows one to estimate the substance cubic susceptibility.

З.А. Тагиев, Р.Дж. Касумова, Г.А. Сафарова, Н.А. Асланова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОМ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА ВЕЩЕСТВ

Анализ в приближении заданной интенсивности процесса генерации второй гармоники в нецентросимметричных средах показал, что кубическая восприимчивость при этом играет существенную роль. Показано, что учет кубической нелинейности влияет на оптимальное фазовое соотношение между взаимодействующими волнами, на период пространственных биений интенсивности второй гармоники. Факт зависимости периода пространственных биений от кубической нелинейности среды позволяет оценить кубическую восприимчивость вещества.

Received: 23.04.07