

## The role of vacancy defects in $\gamma$ -scintillations of CsI–Na crystals

*A.N.Panova, B.V.Grinyov, F.F.Lavrentyev, **L.M.Soyfer**,  
E.L.Vinograd, K.V.Shakhova, N.N.Kosinov, A.I.Mitichkin,  
S.P.Korsunova*

Institute for Scintillation Materials, National Academy of Sciences of Ukraine,  
60 Lenin Ave., 61001 Kharkiv, Ukraine

*Received December 27, 2002*

Effect of the activator concentration,  $C$ , and plastic strain on the variation of the  $\gamma$ -scintillation decay curve shape in CsI–Na crystals has been studied as well as the slow component integral intensity contribution to the integral decay intensity of the scintillation pulse during the effective time  $\tau_\gamma$ . Moreover, the variations in excitation spectra of 415 nm emission in the activator center (AC) and vacancy nature center (VNC) absorption regions (244 and 239 nm, respectively) and in the intracenter decay time of those centers have been studied as functions of  $C$ . Both AC and VNC have been shown to be involved in photo- and  $\gamma$ -scintillations of CsI–Na crystals. In the  $\gamma$ -scintillations, it is just the AC that are responsible mainly for the  $\tau_1 = 370$  ns component while the  $\tau_1' = 460$  ns and  $\tau_2 \sim 2$   $\mu$ s ones are due to VNC. The  $\tau_\gamma$  shortening from 770 ns to 560 ns as  $C$  increases from  $2 \cdot 10^{-3}$  to  $3 \cdot 10^{-2}$  % NaI (mol) and from 570 ns to 480 ns after the crystal plastic straining ( $\epsilon = 5$  %) is due to reduced VNC number. The  $\gamma$ -scintillation mechanisms in AC and VNC containing crystals and reduction of the VNC number are discussed.

Исследовано влияние концентрации активатора  $C$  и пластической деформации на изменение формы затухания  $\gamma$ -сцинтилляций кристаллов CsI–Na и вклада интегральной интенсивности медленной компоненты в интегральную интенсивность затухания сцинтилляционного импульса за эффективное время  $\tau_\gamma$ . Кроме того, исследовано влияние  $C$  на изменение спектров возбуждения свечения 415 нм в области поглощения активаторных центров АЦ (244 нм) и центров вакансионной природы ЦВП (239 нм), а также на изменение внутрицентрального времени высвечивания указанных центров. Показано, что в фото- и  $\gamma$ -сцинтилляциях кристаллов CsI–Na участвуют как АЦ, так и ЦВП. В  $\gamma$ -сцинтилляциях за компоненту  $\tau_1 = 370$  нс в основном ответственны АЦ, тогда как с ЦВП связаны компоненты  $\tau_1' = 460$  нс и  $\tau_2 \sim 2$  мкс. При этом сокращение  $\tau_\gamma$  от 770 нс до 560 нс с ростом  $C$  от  $2 \cdot 10^{-3}$  мол.% NaI до  $3 \cdot 10^{-2}$  мол.% NaI и после пластической деформации кристаллов ( $\epsilon = 5$  %) вдоль оси  $\langle 111 \rangle$  от 570 нс до 480 нс обусловлено уменьшением количества ЦВП. Обсуждаются механизмы  $\gamma$ -сцинтилляций кристаллов, содержащих АЦ и ЦВП, а также сокращения количества ЦВП.

CsI–Na crystals are distinct from CsI–Tl ones in some features. The activator concentration corresponding to the plateau initiation in the dependence of  $\gamma$  scintillation yield,  $L$ , on  $C$  is about  $9 \cdot 10^{-3}$  % (mol) NaI being considerably lower than that for CsI–Tl

(about  $2.5 \cdot 10^{-2}$  % (mol) Tl) as well as it is lower than the NaI solubility in CsI at 295 K ( $\geq 2.2 \cdot 10^{-2}$  %) [1–4, 7]. The  $\gamma$  scintillation pulse rise time,  $\tau_r$ , in CsI–Na crystals is shorter than in CsI–Tl ones at the same  $C$  values [4, 5]. These specific features are ex-