

ЛЮБОВЬ РЕБАНЕ, Ф. ГАВРИЛОВ, В. ПИРОГОВ, С. ЧОЛАХ,  
 С. СОМОВ, Г. ПИЛИПЕНКО, Б. ШУЛЬГИН

**СПЕКТРЫ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГИДРИДА  
 ЛИТИЯ, АКТИВИРОВАННОГО Ge, Pb, Sn,  
 ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 4,2° К**

LIUBOV REBANE, F. GAVRILOV, V. PIROGOV, S. TSOLAHN, S. SOMOV, G. PILIPENKO,  
 B. SULGIN. Ge-, Pb-, Sn-ga AKTIVEERITUD LIITIUMHÜDRIDI MONOKRISTALLIDE LUMI-  
 NESTSENTSSPEKTRID TEMPERATUURIL 4,2° K

LYUBOV REBANE, F. GAVRILOV, V. PIROGOV, S. CHOLAKH, S. SOMOV, G. PILIPENKO,  
 B. SHULGIN. LUMINESCENCE OF LITHIUM HYDRIDE SINGLE CRYSTALS ACTIVATED BY  
 Ge, Pb, Sn at 4,2° K

Ранее сообщалось о спектральных характеристиках гидрида лития, активированного Ge [1, 2], Pb и Sn [3] при 300° К, а также при 77° К [2]. В данном сообщении впервые приводятся результаты исследования спектров люминесценции этих кристаллов при температуре 4,2° К.

Монокристаллы гидрида лития, активированного ртутеподобными ионами Ge, Pb и Sn, получены методом направленного охлаждения. Концентрация активатора составляла приблизительно 10<sup>-3</sup> вес. %. Для измерений выкладывались монокристаллические пластины размером 20 × 25 × 3 мм. Спектры люминесценции регистрировались на спектрофотометре ДФС-12 с фотоэлектронным множителем ФЭУ-79. Люминесценция возбуждалась линией 365 нм ртутной лампы ДРШ-1000. Кристаллы находились в иммерсионном криостате при температуре 4,2° К.

При температуре 77° К в спектрах излучения монокристаллов гидрида лития, активированного Ge, Pb и Sn, наблюдается группа полос. В работе [2] наиболее коротковолновая полоса интерпретируется как чисто электронная, другие полосы являются ее колебательным повторением.

При температуре 4,2° К спектры излучения исследуемых кристаллов в области 550—650 нм содержат ряд узких полос шириной менее 10 см<sup>-1</sup> и несколько более широких полос. Положение узких полос (которые в дальнейшем будем называть линиями) в спектрах трех изученных кристаллов приведено в таблице. На рис. 1 приведен спектр люминесценции кристалла LiH—Pb. Наибольшая интенсивность в излучении этого кристалла сосредоточена в самой коротковолновой линии I (17015 см<sup>-1</sup>) и ее колебательном крыле, максимум которого отстоит на 200 см<sup>-1</sup> от линии I. В колебательном крыле на расстоянии око-

Линия	Положение линий $\nu$ , см <sup>-1</sup>		
	LiH—Pb	LiH—Sn	LiH—Ge
При $T = 4,2^\circ \text{K}$			
I	17015	—	17013
II	16614	16591	16617
III	16242	16249	—
IV	16168	16175	—
V	15715	15717	—
При $T = 77^\circ \text{K}$			
	15723	16920	16849

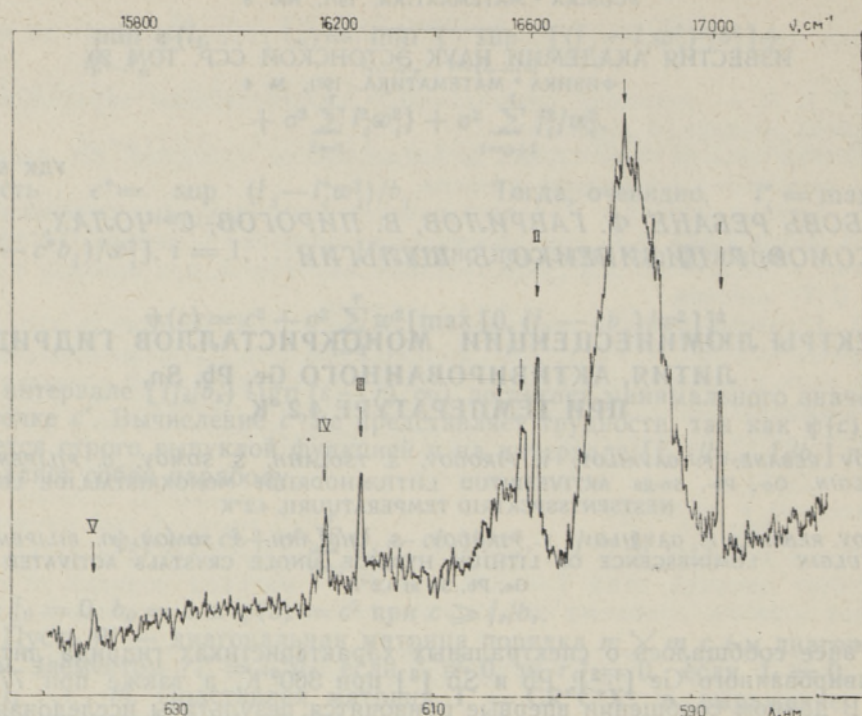


Рис. 1. Спектр люминесценции монокристалла LiH—Pb при 4,2° К; спектральная ширина щели 7  $\text{см}^{-1}$ .

ло 55  $\text{см}^{-1}$  от линии I виден дополнительный узкий пик. Линия II (16614  $\text{см}^{-1}$ ) также сопровождается колебательным крылом, имеющим максимумы на расстоянии 82 и 120  $\text{см}^{-1}$  от линии II. В крыле этой линии четко проявляется также колебание с частотой около 35  $\text{см}^{-1}$ . Линии III (16242  $\text{см}^{-1}$ ) и IV (16168  $\text{см}^{-1}$ ) довольно слабые и не сопровождаются заметными колебательными крыльями. Самая длинноволновая линия V (15715  $\text{см}^{-1}$ ) имеет наименьшую интенсивность.

Для кристалла LiH—Pb характерно сильное перераспределение интенсивности в спектре в зависимости от температуры. При повышении температуры до 10° К интенсивность V линии увеличивается приблизительно в 30 раз. При температуре жидкого азота в спектре излучения кристалла отсутствуют полосы короче полосы 15723  $\text{см}^{-1}$ . Полоса 15723  $\text{см}^{-1}$  в спектре излучения кристалла при 77° К и слабая линия V при 4,2° К, по-видимому, соответствуют одному и тому же электронному переходу.

Спектры люминесценции монокристаллов LiH—Sn и LiH—Ge во многом аналогичны спектру LiH—Pb. В излучении кристалла LiH—Sn при 4,2° К наиболее интенсивной является линия II (16591  $\text{см}^{-1}$ ). Колебательное крыло этой линии значительно ослаблено по сравнению с LiH—Pb. В нем выделяется только пик на расстоянии 90  $\text{см}^{-1}$  от линии II. Линия I в спектре не проявляется, а имеется лишь широкая полоса с максимумом при 16800  $\text{см}^{-1}$ , являющаяся, по-видимому, колебательным крылом линии I. Отчетливо проявляется дублет линий III и IV на расстоянии 75  $\text{см}^{-1}$ . Кроме линии V, в спектре видна также

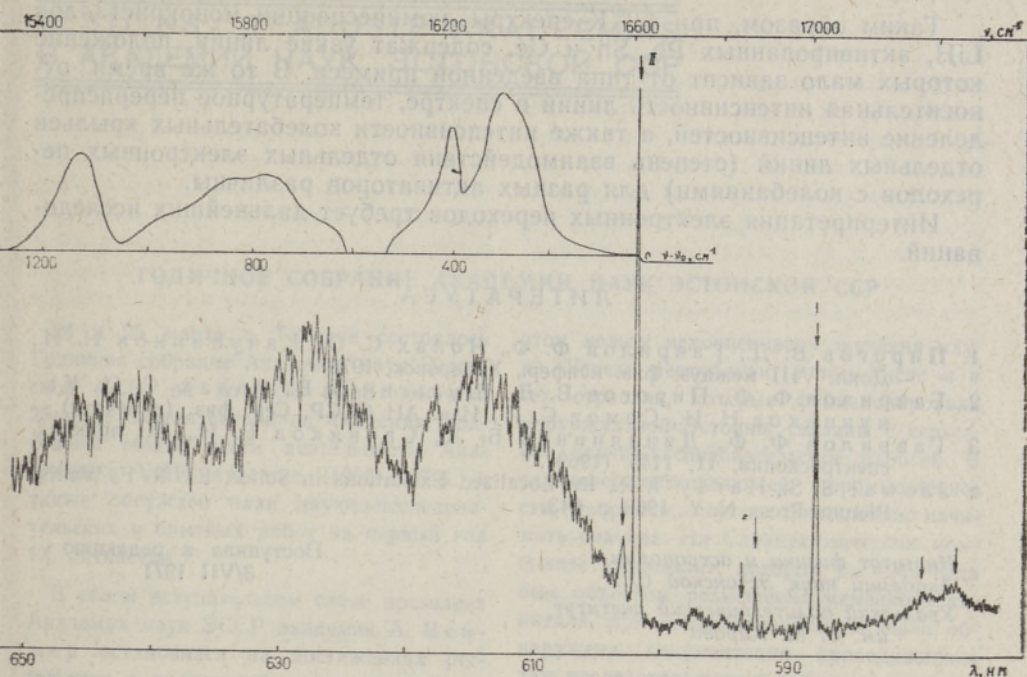


Рис. 2. Спектр люминесценции монокристалла LiH—Ge при 4,2° К. Вверху приведен фоновый спектр ненарушенного кристалла LiH [4]; частота отсчитывается от частоты  $\nu_0$  чисто электронной линии II.

линия, сдвинутая относительно нее на  $75 \text{ см}^{-1}$  в длинноволновую сторону. В спектре LiH—Sn при 77° К наибольшую интенсивность имеет полоса в области линии I.

В случае кристалла LiH—Ge (рис. 2) самой интенсивной является линия II, сопровождающаяся очень протяженным колебательным крылом, в котором отчетливо проявляется пик на расстоянии  $35 \text{ см}^{-1}$  от линии. Четко проявляется линия I. Колебательное крыло этой линии сильно ослаблено и на его фоне в спектре видны еще, по крайней мере, две узкие линии при  $16876$  и  $16846 \text{ см}^{-1}$ . Остальные линии (III—V), вероятно, скрыты в сильном колебательном крыле линии II. На рис. 2 проведено сравнение формы колебательного крыла линии II с функцией фоновой плотности ненарушенного кристалла LiH [4], которое показывает, что это колебательное крыло качественно хорошо воспроизводит весь фоновый спектр кристалла-основания. Пик при  $35 \text{ см}^{-1}$  попадает в область акустических фононов с малой плотностью состояний\*.

В спектре излучения LiH—Ge при 77° К самая коротковолновая полоса расположена в области линии I.

Следует отметить, что у кристаллов LiH—Bi, LiH—Sn как при комнатной, так и при низких температурах спектры излучения представляют собой широкие бесструктурные полосы.

\* Резонансная частота  $35 \text{ см}^{-1}$  проявляется также в колебательном крыле линии II в кристалле LiH—Pb. Она может быть связана с колебанием центра, ответственного за линию II. При этом различие в массах ионов Pb и Sn не ведет к изменению частоты колебания.

Таким образом, при  $4,2^{\circ}\text{K}$  спектры люминесценции монокристаллов LiH, активированных Pb, Sn и Ge, содержат узкие линии, положение которых мало зависит от типа введенной примеси. В то же время относительная интенсивность линий в спектре, температурное перераспределение интенсивностей, а также интенсивности колебательных крыльев отдельных линий (степень взаимодействия отдельных электронных переходов с колебаниями) для разных активаторов различны.

Интерпретация электронных переходов требует дальнейших исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пирогов В. Д., Гаврилов Ф. Ф., Чолах С. О., Канунников Н. И., Докл. VIII межвуз. физ. конфер., Хабаровск, 1970.
2. Гаврилов Ф. Ф., Пирогов В. Д., Шульгин Б. В., Чолах С. О., Канунников Н. И., Сомов С. И., Изв. АН СССР, Сер. физ. (в печати).
3. Гаврилов Ф. Ф., Двинянинов Б. Л., Свиняков В. И., Ж. приклад спектроскопии, 11, 1145 (1969).
4. Jaswal S. S., Hardy I. R., In: Localized Excitations in Solids, Ed. R. F. Wallis, Plenum Press, N. Y., 1968, p. 643.

*Институт физики и астрономии  
Академии наук Эстонской ССР  
Уральский политехнический институт  
им. С. М. Кирова*

Поступила в редакцию  
3/VII 1971