

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

На правах рукопису

Салієснюк Ігор Миколайович

УДК 621.315.592

**АКУСТИЧНА ЕМІСІЯ ПРИ ФАЗОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ
В НАДПРОВІДНИХ ТА СЕГНЕТОЕЛЕКТРИЧНИХ КЕРАМІКАХ**

01.04.07 - "Фізика твердого тіла"

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Київ - 1996

Дб. 36, 2 42

Дисертація є рукописом.

Робота виконана на кафедрі загальної фізики Київського Університету імені Тараса Шевченка

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00757279 (.)

Наукові керівники: доктор

Перега В.М.

доктор

професор, зав. кафедрою загальної фізики Київського Університету імені Тараса Шевченка *Острівський І.В.*

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук, професор, зав. відділом нелінійних властивостей твердого тіла Інституту Теоретичної Фізики НАН України *Локтев В.М.*;

кандидат фізико - математичних наук, старший науковий співробітник Інституту Нелітпроводників НАН України *Оліх Я.М.*

Провідна організація: Інститут Фізики НАН України.

Захист дисертації відбудеться 23 грудня 1996 року о 14 год. 30 хв. на засіданні Спеціалізованої Ради (шифр Д-01.01.22) в Київському Університеті ім. Тараса Шевченка за адресою: 252127 Київ, просп.Глушкова, 6, ауд.200.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Київського Університету ім. Тараса Шевченка (вул. Володимирська, 62).

Автореферат розісланий " ____ " листопада 1996 року.

Вчений секретар Спеціалізованої Ради
доктор фізико-математичних наук

Охріменко В.А.

548
539

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. Дослідження фазових перетворень є одним з пріоритетних напрямів фізики твердого тіла. Перетворення можуть бути викликані змінами різних зовнішніх умов, наприклад, температури, тиску, магнітних та електричних полів. При деяких фазових переходах відбуваються стрибкоподібні зміни фізичних характеристик речовини: густини, теплоємності, електропровідності, діелектричної проникності та ін. Саме існування цих переходів накладає певні обмеження на практичне використання речовин і матеріалів, що працюють у температурних умовах, що змінюються.

Вельми актуальним з прикладної точки зору є дослідження термостимульованих (викликаних зміною температури) фазових переходів. Останнім часом предметом пильної уваги дослідників стали багатокомпонентні системи: різні типи керамік (конструкційних та функціональних), в тому числі і надпровідні, нові типи напівпровідників, сполуки на основі графіта і т.п. Вивчення фазових перетворень у цих матеріалах і параметрів, що впливають на їх плин, дозволяє визначити температурний діапазон застосування вже існуючих матеріалів та виробити рекомендації для їх подальшого вдосконалення.

Акустична емісія (АЕ) відноситься до неруйнівних методів контролю стану твердих тіл. Явище АЕ представляє собою випромінювання об'єктом нерівноважних акустичних фонових або хвиль напружень, що мають шумовий характер. Акустична емісія є результатом багатьох процесів, спричинених зовнішніми впливами на досліджуваний об'єкт. Джерела акустичної емісії, як правило, знаходяться в товщі матеріалу, що вивчається. І

тсму акустоемісійне випромінювання несе в собі інформацію про зміни внутрішнього стану тіла, зокрема про характер внутрішніх напруг в ньому.

Мета роботи. Мета дисертаційної роботи полягала у вивченні термостимульованих фазових перетворень в керамічних та сегнетоелектричних матеріалах методом акустичної емісії. Для цього були проведені дослідження фазових перетворень різних типів, а саме: сегнетофаза - парафаза, надпровідник - не-надпровідник, сумірна - несумірна фаза та інших. Об'єктами були вибрані різні типи матеріалів: кераміки - надпровідні іттрієві $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ та таллієві $Tl_2Ba_2CuO_{7-x}$, сегнетоелектричні на основі титанату барія $BaTiO_3$ (із спеціально введеними домішками Se і без них), графіти, інтеркальовані $SbCl_5$, та шаруваті напівпровідники-сегнетоелектрики $TlInS_2$ та $TlGaSe_2$. В усіх вказаних матеріалах проводились вимірювання інтенсивності акустичної емісії. Крім того, з метою уточнення процесів, які супроводжують фазові переходи, використовувались і інші методи: вимірювання швидкості та затухання ультразвукових хвиль, електропровідності, діелектричної проникності, інтенсивності рентгенівських дифракційних максимумів. Одержані різними експериментальними методами результати зіставлялись між собою і порівнювались з літературними даними.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній:

- вперше показано, що фазові переходи різних типів в твердих тілах супроводжуються випромінюванням акустичної емісії. Це дає змогу ефективним неруйнівним способом визначати температури та характер цих переходів;

- вперше достовірно зареєстрована акустична емісія при

фазових перетвореннях сумірна-несумірна фаза та провідник-надпровідник;

- показано, що на температурну залежність акустичної емісії, яка супроводжує фазові перетворення у високотемпературних надпровідниках, впливає швидкість зміни температури зразка. Цей ефект пов'язаний із релаксацією в часі фононного спектру коливань атомів та пружних напруг, що виникають у ВТНІ;

- встановлено, що періодична зміна температури в певному діапазоні (термоцикловання) призводить до подавлення фазових переходів у $TlGaSe_2$;

- доведено, що зміна кристалічної структури сегнетоелектриків типу титанату барія при розмитих фазових переходах відбувається стрибковподібним чином.

Практична цінність роботи полягає в тому, що одержані результати дають можливість по-новому оцінити метод акустичної емісії як метод, який дозволяє просто і ефективно реєструвати фазові перетворення в різноманітних твердих тілах. Результати роботи можуть бути використані:

1. При розробках теорій та моделей фазових перетворень.
2. В учбовому процесі у ВУЗах як матеріал для лекційних та лабораторних занять.
3. Для визначення температур фазових переходів у твердих тілах.

Положення, що виносяться на запис.

1. У високотемпературних надпровідних кераміках в окслі температури надпровідного фазового переходу виникає акустоемісійне випромінювання. Максимуми інтенсивності випромінювання спостерігаються при температурі переходу.

2. Зміна кристалічної структури сегнетоелектриків типу титаната барія при розмитих фазових переходах відбувається стрибкоподібно.
3. Термостимульовані фазові переходи в інтеркальованих графітах і сегнетоелектриках з несумірною фазою супроводжуються акустичною емісією. Температури максимумів інтенсивності емісії збігаються з температурами цих переходів.

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідались на: XII (Саратов, 1983), XIII (Чернівці, 1986 р.), XIV (Кишинів, 1989) Всесоюзних конференціях з акустоелектроніки та квантової акустики; Всесоюзних конференціях "Акустоелектронні пристрої обробки інформації" (Черкаси, 1988, 1990 р.); II Всесоюзній конференції з високотемпературної надпровідності (Київ, 1989 р.); XV Всесоюзній конференції "Акустоелектроніка і фізична акустика твердого тіла" (Ленінград, 1991 р.); 9 Теплофізичній конференції СНД (Махачкала, 1992 р.); XIII Всесоюзній конференції з фізики сегнетоелектриків (Твер, 1992 р.); 6th Conference "Acoustoelectronics'93" (Варна, Болгарія); International Symposium on Surface Waves in solids (Москва - С.-Петербург, 1994); 1994 IEEE Ultrasonics Symposium (Канни, Франція); 14 International Conference on Utilization of Ultrasonic Methods in Condensed Matter (Жиліна, Словачька Республіка, 1995 р.).

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 15 друкованих праць: 8 - в наукових журналах та 7 - в збірниках, а також одержане авторське свідоцтво на винахід.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти глав, висновків та списку цитованої літератури. Вона містить 158 сторінок тексту, включаючи 37 рисунків та біблі-

ографію із 162 найменувань.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі доведена актуальність досліджень фазових перетворень в сегнетоелектричних та надпровідних кераміках, інтеркальованих сполуках графіту та шаруватих напівпровідниках методом акустичної емісії та сформульована мета роботи. Коротко сформульована область досліджень та наведені положення, що виносяться на захист.

Перша глава присвячена огляду літератури. В ній розглянуті проблеми фазових перетворень в твердих тілах, зокрема, в сегнетоелектриках, звичайних та високотемпературних надпровідниках та кристалах із несумірною фазою. Крім того, описані методи дослідження фазових переходів, в тому числі і метод акустичної емісії.

У другій главі, описана методика експерименту, експериментальні установки, що застосовувались, підготовка дослідів та обробка одержаних результатів.

Установка для реєстрації сигналів акустичної емісії складається з декількох основних елементів. Це - датчик, що перетворює акустичні сигнали АЕ в електричні, підсилювачі, полосові фільтри, пристрої для регулювання порога обмеження амплітуди, відображення і реєстрації сигналів та їх параметрів.

Для одержання найбільш повної інформації, що міститься в АЕ сигналах, необхідним є використання датчиків, що мають широкий діапазон робочих частот. Одним із способів одержання широкосмугових приймачів АЕ є використання для цього комбі-

зиційних п"єзоелектриків. Нами були розроблені, виготовлені та експериментально перевірені композиційні п"єзоприймачі дисперсного типу. В них як матриця була застосована епоксидна смола, а як наповнювач - порошок, що використовується для випікання кераміки типу ЦТС (цирконат-титанат свинцю, середній розмір зерен порошку близько 4 мкм). Концентрація наповнювача змінювалась в межах 0...61%. Виготовлені з таких матеріалів п"єзоелементи поляризувались постійним електричним полем напруженістю 100 кВ/см при температурі близько 370 К.

Чутливість композиційних датчиків була досліджена в діапазоні частот 200...1000 кГц. Електричний сигнал з п"єзоелементів знімався через спеціально розроблений повторювач із низькою вхідною ємністю. Амплітудно-частотні характеристики п"єзоелементів дисперсного типу в діапазоні частот 200...900 кГц мали нерівномірність ± 3.5 дБ. Чутливість цих датчиків зростала із збільшенням концентрації дисперсної фази і, при 40...50%, досягала насичення близько 4 мкВ/Па.

В результаті проведених експериментів було встановлено, що композиційні п"єзоелектрики можуть служити чутливими елементами широкосмугових приймачів ультразвуку. Вони прості у виготовленні, легко обробляються (датчику можна надати потрібну форму), а їх чутливість та рівномірність АЧХ задовільняють вимогам до датчиків АЕ.

Для реєстрації поверхневих хвиль АЕ був розроблений п"єзоелектричний датчик поверхневих хвиль акустичної емісії, що має, на відміну від стандартних (одно- чи двонаправлених), кругову діаграму направленості. Він складався з плоского п"єзоелемента і двох електродів спеціальної форми на одній з його поверхонь. Конструкція датчика, що забезпечила

йому практично кругову (з нерівномірністю не більше 10%) діаграму хзправленості, захищена авторським свідоцтвом.

Перед проведенням акустоемісійних вимірювань визначалися тип склейки зразка і датчика та власні акустичні шуми установки в цілому в діапазоні температур експерименту.

Всі температурні залежності інтенсивності акустичної емісії, наведені в дисертаційній роботі, представляють собою результат статистичної обробки експериментальних даних. З метою підвищення точності визначення температур фазових переходів, визначалися не тільки положення максимумів інтенсивності АЕ, але і швидкість її наростання.

У третій главі наведені дані експериментальних досліджень АЕ, що супроводжує фазові перетворення у сегнетокераміках титанату барія (без спеціально введених домішок і з домішкою 0.1%об. Се) та монокристалах титанату стронція.

У зразках $BaTiO_3$ та $SrTiO_3$ було виявлене різке зростання інтенсивності АЕ в околах температур фазових переходів. Максимуми інтенсивності збігались з температурами переходів, що визначалися за даними вимірювань діелектричної проникності $\epsilon(T)$ (для $BaTiO_3$) та літературними джерелами (для $SrTiO_3$, оскільки для цієї речовини залежність $\epsilon(T)$ є монотонною). Цей результат продемонстрував можливість визначення температур фазових переходів у зазначених матеріалах методом акустичної емісії.

Наявність домішок у кераміці $BaTiO_3$ призводить до так званого розмиття фазового переходу сегнетофаза-парафаза. Характерною особливістю такого переходу є відсутність стрибка на температурних залежностях деяких фізичних характеристик речовини, зокрема $\epsilon(T)$. В літературі єдиної точки зору на

причини розмиття переходу немає, запропоновані лише дві моделі. Г.А.Смоленський [1] передбачає існування в кераміці мікрообластей з різними температурами Кюри, а В.Я.Фріцберг [2] припускає наявність термічної флуктуації поляризації. З метою визначення механізму розмиття сегнетоелектричного фазового переходу були проведені акустоемісійні та рентгенівські дослідження кераміки $BaTiO_3:Ce$ в інтервалі температур 290...330 К. Одержані результати свідчать про те, що зміна кристалічної структури відбувається стрибком, у вузькому температурному інтервалі. Це може служити підтвердженням припущення про розмиття кривої $\epsilon(T)$ за рахунок термічної флуктуації поляризації.

Четверта глава присвячена акустоемісійним дослідженням фазових перетворень у високотемпературних надпровідникових (ВТНП) кераміках та інтеркальованих сполуках графіта.

Експериментальні дослідження швидкостей пружних хвиль в іттрієвих ($YBa_2Cu_3O_{7-x}$) та талієвих ($Tl_2Ba_2CuO_{6+x}$) ВТНП кераміках показали, що в околі надпровідного переходу вони мають аномалії. Температури різких змін швидкостей збігаються з температурами надпровідних переходів.

В результаті акустоемісійних експериментів з ВТНП було виявлено, що надпровідні переходи як в іттрієвій, так і в талієвій кераміках супроводжуються акустоемісійним випромінюванням. Температури надпровідних переходів, визначені з температурних залежностей АЕ і електричного опору зразків, співпадають. Це дало змогу стверджувати, що метод акустичної емісії дозволяє визначати температуру надпровідного переходу у ВТНП. Розмиття піку акустичної емісії в іттрієвій кераміці пов'язане з дислокаціями, що, як свідчать дослідження

В.М.Пана з колегами [3], в.д.ивають на перехід матеріалу до надпровідного стану. Власне, дислокації стають перешкодами для переносу електричного заряду, в тому числі і бозе-конденсату. При цьому змінюється зарядовий стан самих дислокацій. Цей процес і спричиняє розширення піку АЕ.

Додаткові експерименти з таллієвою керамікою показали, що вид кривої температурної залежності інтенсивності АЕ залежить від швидкості зміни температури (при незмінному положенні максимуму). Тобто при надпровідному переході мають місце певні релаксаційні процеси. Рентгенівські дослідження, проведені В.Симоновим та В.Молчановим [4], показали, що при надпровідному переході відбувається зміщення атомів кисню у купратних площинах та атомів барія відносно цих площин. Цей процес і дає найбільший вклад в акустоемісійне випромінювання. Крім того, в околі температури переходу мають місце зміни у тепловому русі атомів, зокрема зміна амплітуди одного з типів (U_{33}) коливань сягає 20%. Ці процеси не є миттєвими, а відбуваються з певною затримкою в часі і можуть впливати на характер температурної залежності інтенсивності АЕ. Крім того, у БТНП кераміці, як у будь-якому неоднорідному матеріалі, є багато дефектів, що мають власний електричний заряд. При надпровідному переході електричний стан дефектів різко змінюється, викликаючи зміну характеру напруженого стану у внутрішніх мікроб'ємах та зернах зразка, що і стає одним з джерел АЕ випромінювання. Оскільки процес зміни напруженого стану є досить тривалим, то і це дає вклад в зареєстровані аномалії. Був визначений час релаксації, він склав 25 ± 2 хвилини.

Дослідження АЕ та затухання ультразвуку у неупорядкова-

них графітах, інтеркальованих $SbCl_5$, виявило, що у зразках в діапазоні температур 120...300 К затухання та інтенсивність емісії зазнають різких змін. Згідно з літературними даними [5], це пов'язане із зміною впорядкованості структури інтеркалянта. Аналіз характеру сигналів та хід температурних залежностей інтенсивності АЕ дозволив зробити висновок, що має місце зміна агрегатного стану інтеркалянта, а точніше - перехід його з квазітвердого стану у квазірідкий.

У п'ятій главі наведені результати акустоемісійних досліджень шаруватих напівпровідникових кристалів, що одночасно є сегнетоелектриками, $TlInS_2$ та $TlGaSe_2$. Характерним для них є існування в певному інтервалі температур несумірної структури, однак наведені у літературі дані, щодо температур фазових переходів, пов'язаних з нею, неповні або суперечливі.

Методом АЕ були зареєстровані три фазові переходи у $TlInS_2$: при 170 К, 195 К і 218 К. При цьому, для переходу при 170 К був зафіксований гістерезис (що полягав у зміщенні максимуму кривої інтенсивності акустичної емісії в залежності від напрямку зміни температури). Величина гістерезису (початково близько 5 К) значно зменшилась після термоцикування (до 2 К). Така залежність фізичних властивостей від передісторії зразка характерна для фазових перетворень, що призводять до утворення несумірної фази. Виявлена різниця в інтенсивностях АЕ (перехід до несумірної фази супроводжується вп'ятеро більшим піком емісії) пов'язана з тим, що згідно з літературними даними, при вищикненні несумірності відбувається утворення елементарної комірки [6].

У талій-галієвому діселеніді на момент виконання роботи були достовірно описані в літературі лише два фазові перехо-

ди (при 110 К та 120 К) і залишалися неясними процес та температури утворення і руйнування несумірної фази. Акустоемісійні дослідження дозволили визначити в $TlGaSe_2$ температури чотирьох фазових переходів: 103 К, 110 К, 119 К та 246 К. Емісія максимальної інтенсивності супроводжувала перехід при 110 К. Однак подальші експерименти виявили аномальну поведінку АЕ. При неперервній циклічній зміні температури, починаючи з другого термоциклу, піки емісії при температурах 103 К та 246 К зникли. Експериментально був визначений час, необхідний для відновлення властивостей зразка. Він становив 17 ± 1 год. Крім того, виявилось, що термоциклюванням в околі кожної з вказаних температур можна домогтися подавлення емісії для кожного із зникаючих переходів окремо. Був встановлений температурний інтервал існування несумірної фази у $TlGaSe_2$ - 110...246 К. Причиною аномальної поведінки АЕ при 246 К є виникнення при періодичній зміні температури довгоживучих метастабільних станів. Це підтверджується дослідженнями, проведеними у лабораторії рентгенівського аналізу кафедри загальної фізики фізичного факультету Київського Університету. Природа ефекту при 103 К пов'язана, згідно з літературними даними [7], з процесами зникнення та відновлення довгперіодичної структури з періодом (0,1...1) мкм, що частково зберігається і в несумірній фазі.

Основні результати роботи та висновки:

1. Встановлено, що фазові переходи різних типів в керамічних і монокристалічних матеріалах (сегнетоелектриках, ВТНП, інтеркальованих графітах) супроводжуються акустичною емісією. Температурні залежності акустичних шумів можуть бути використані для визначення температур самих фазових пере-

ходів та дослідження їх характеру.

2. Виявлено, що надпровідні фазові переходи в іттрієвій та талієвій ВТНП кераміках супроводжуються аномальною зміною швидкості пружних хвиль та випромінюванням імпульсів АЕ. Причиною виникнення акустичного випромінювання є зміна параметрів структури купратного шару, а також напруженого стану внутрішніх мікрооб'ємів і окремих зерен зразка надпровідника. Саме ж виникнення внутрішніх мікронапруг може бути пов'язане із зміною електричного стану лінійних дефектів та їх скупчень. Час релаксації цих процесів складає 25 ± 2 хв.

3. Встановлено, що несумірні фазові переходи в шаруватих сполуках $TlInS_2$ і $TlGaSe_2$ супроводжуються випромінюванням імпульсів акустичної емісії.

В $TlGaSe_2$ зареєстрований ефект "термоподавлення" акустичні емісії в околі двох з чотирьох спостережуваних фазових переходів. Причиною термоподавлення є виникнення метастабільних структурних утворень у зразку при його термоциклуванні. Час, необхідний кристалу $TlGaSe_2$ для відновлення його вихідних властивостей при кімнатній температурі складає 17 ± 1 год. Показано, що шляхом вибору відповідного діапазона температур циклу "охолодження - нагрів" можна добитися повного подавлення АЕ в околі будь-якого з двох вказаних ФП як при наявності, так і при відсутності другого, що пов'язане з особливостями утворення в $TlGaSe_2$ несумірної модульованої структури.

4. Одержані дані, що свідчать про наявність фазових переходів в інтеркальованих сполуках графіта, створених на основі неупорядкованих піролітичних графітів. Виходячи з особливостей залежностей акустичної емісії від температури,

вроблений висновок про те, що в інтервалі температур 190...273 К відбувається зміна стану речовини-інтеркалянта: в квазірідкого в квазітвердий. Висновок узгоджується з результатами фотоакустичних та рентгенівських досліджень.

5. Зміна кристалічної структури при фазовому переході типу сегнетофаза - парафаза у зразках кераміки $BaTiO_3$ з домішкою Се має стрибкоподібний характер в достатньо вузькому температурному інтервалі, що не перевищує 3 К. Це узгоджується з положеннями моделі розмитого фазового переходу Фріцберга-Ролова.

Список основних робіт автора, що увійшли до дисертації

(загальний список робіт складає 27 найменувань).

1. Л.Ю.Мацуї, П.П.Ильин, В.М.Перга, И.Н.Саливонов. Температурные зависимости акустической эмиссии и затухания волн Лэмба в неупорядоченном графите, интеркалированном $SbCl_5$.//Укр. физ. ж., 1993, **38**, N11, с.1706.
2. Ю.П.Голослобов, И.Н.Саливонов. Акустическая эмиссия при фазовых превращениях симметричная-несообразмерная-сообразмерная фазы.//Физ. тверд. тела, 1991, **33**, N1, с.298.
3. I.V.Ostrovskii, I.N.Salivonov. The Acoustic Emission, Accompanying Phase Transitions in High-temperature Superconductor. //14th International Conference on Utilization of Ultrasonic Methods in Condensed Matter. Zilina, Slovak Republic, August 30 - September 2, 1996. Book of Abstracts, p.38.
4. В.А.Калитенко, В.М.Перга, И.Н.Саливонов. Определение температур фазовых переходов титанатов бария и стронция методом акустической эмиссии.//Физ. тв. тела, 1980, **22**,

№6, с.1838.

5. Ю.П.Гололобов, В.М.Перга, И.Н.Салионов, Е.Е.Щиголь. Акустическая эмиссия и эффекты памяти в кристаллах $TlGaSe_2$. // Физ. тверд. тела, 1992, **34**, N1, с.115.
6. Н.А.Воровой, В.М.Перга, И.Н.Салионов. Особенности сегнетоэлектрического фазового перехода в керамике типа $BaTiO_3$. // Укр. физ. ж. 1990, **35**, N9, с.1369.
7. В.М.Перга, И.Н.Салионов. Акустическая эмиссия и электрический шум в сегнетокерамике. // Известия ВУЗов. Физика. 1989, N1, с.111.
8. И.Я.Кучеров, Е.Д.Мезинцев, А.Я.Недосека, М.А.Яременко, И.Н.Салионов. Пьезоэлектрический датчик акустической эмиссии. // Авт. свидетельство N1455871, 1988.
9. О.В.Ляшенко, В.М.Перга, И.Н.Салионов. Акустическая эмиссия в композиционных и керамических материалах. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, 1990, N1, с.41.
10. О.В.Ляшенко, В.М.Перга, И.Н.Салионов. Частотные и концентрационные характеристики чувствительности композиционных пьезоэлементов датчиков акустической эмиссии. // Диагностика и прогнозирование разрушения, 1987, N5, с.40.
11. N.A.Borovoy, Yu.P.Gololobov, I.N.Salivonov. The Influence of Periodical Temperature Fields on the Dynamics of Phase Transitions in Semiconductor Crystals $TlGaSe_2$ and $TlInS_2$. 14th International Conference on Utilization of Ultrasonic Methods in Condensed Matter. Zilina, Slovak Republic, August 30 - September 2, 1995. Book of Abstracts, p.8.
12. Yu.P.Gololobov, V.M.Perga, I.N.Salivonov. Nondestructive

- Evaluation of Incommensurate Phase Appearance and Transformation. Proceedings of the 6th Conference "Acoustoelectronics'93". September 19-25, 1993. Varna, Bulgaria, p.85.
13. P.P. Ilyin, L.Yu. Matzui, V.M. Perga, I.N. Salivonov. Temperature Dependence of Lamb Waves Attenuation and Acoustic Emission Intensity in Disordered Graphite Intercalated by $SbCl_5$. // International Symposium on Surface Waves in Solids and Layered Structures. 17-23 May 1994, Moscow - St. Petersburg. Proceedings, p.116.
 14. Yu.P. Gololobov, V.M. Perga, I.N. Salivonov, N.V. Bykhovchenko. The Acoustic Emission Study of Incommensurate Phase Transitions in Layered Semiconductors $TlGaSe_2$ type. // International Symposium on Surface Waves in Solids and Layered Structures. 17-23 May 1994, Moscow - St. Petersburg. Proceedings, p.473.
 15. P.P. Ilyin, L.Yu. Matzui, I.N. Salivonov. Acoustic Study of $SbCl_5$ Intercalated Graphites at 110- 300 K. // 1994 IEEE Ultrasonics Symposium. Proceedings: N.Y., IEEE, 1994, vol.2, p.741.

Список цитованої літератури.

1. Физика сегнетоэлектрических явлений // Под ред. Г.А. Смоленского. Л.: Наука, 1985, 284 с.
2. Поликристаллические сегнетоэлектрики // Под ред. В.Я. Фрицберга. Рига: Изд-во Латвийского госуниверситета им. П. Стучки, 1976, 122 с.
3. A.L. Kasatkin, V.M. Pan, H.C. Freyhardt. Mechanisms of vortex motion along low-angle dislocation tilt boundary.

- //IX Trilateral German-Russian-Ukrainian Seminar on High Temperature Superconductivity. Gaberlach, Germany, September 22-25, 1996. Program and Abstracts, p.a2.
4. V.Simonov, V.Molchanov. Structure and T_c of Tl-superconductors of the 1212, 2201 and 2212 type. //IX Trilateral German-Russian-Ukrainian Seminar on High Temperature Superconductivity. Gaberlach, Germany, September 22-25, 1996. Program and Abstracts, p.a98.
 5. L.Salamanga-Riba, G.Roth, J.M.Gibson et al. X-ray study of intercalated graphites. //Phys. Rev. B, 1986, **33**, N4, p.2738.
 6. S.Rolla, L.Walmsley, H.Suematsu et al. Incommensurate phase in $TiInS_2$. //Phys. Rev. B, 1987, **36**, N5, p.2893.
 7. D.V.Mueller, H.Hahn. Structural anomalies in $TlGaSe_2$ crystals. - Unorgan. Chem., 1978, **438**, N3, p.258.

Salivonov I.M. *Acoustic emission accompanying the phase transitions in superconductive and ferroelectric ceramics* (manuscript).

The dissertation advanced for degree of Philosophy Doctor in the speciality 01.04.07 - Solid State Physics. Kyiv Taras Shevchenko University, Kyiv, Ukraine, 1996.

It was shown that phase transitions of different types in high-temperature superconductors, ferroelectrics (ceramics and monocrystals), intercalated graphites are accompanying with acoustic emission (AE) radiation. AE intensity measurements in all studied materials permits to determine the phase transitions temperatures. AE study of high-temperature superconductors has discovered

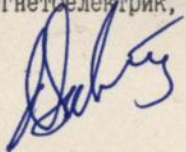
time-relaxing processes taking place nearby the Curie temperature. This phenomenon may be connected with structure' and elastic state' changes in material. Conclusion about narrow (about 2 K) temperature range of structural ferroelectric transition in BaTiO₃-type ferroelectrics was made based on AE experiments.

Саливонів І.Н. Акустическа емісія при фазових превращеннях в сверхпроводящих и сегнетоелектрических керамиках (рукопись).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика твердого тела. Киевский Университет им. Тараса Шевченко, Киев, Украина, 1996.

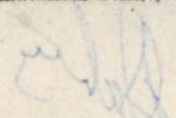
В работе показано, что фазовые превращения различных типов в высокотемпературных сверхпроводниках, сегнетоэлектриках (керамиках и монокристаллах), интеркалированных графитах сопровождаются акустоэмиссионным (АЭ) излучением. Измерения интенсивности АЭ во всех исследованных материалах позволяют определить температуры фазовых переходов. АЭ исследования высокотемпературных сверхпроводников обнаружили релаксационные процессы в окрестности температуры Кюри. Этот эффект связывается с изменениями структуры купратного слоя и упругих напряжений в материале. На основании экспериментальных данных сделан вывод, что структурный сегнетоэлектрический фазовый переход в сегнетоэлектриках типа BaTiO₃ происходит в узком (около 2К) температурном интервале.

Ключові слова: акустична емісія, фазові перетворення, надпровідник, сегнетоелектрик, несумірна фаза, інтеркаліант.



Друк 16.11.96 Формат 60x54/16. Друк офс. Папір друк.
Ум. друк. арк. 1, 25 Тираж 100 Зам 1533

Друкарня Палестина-Західної України, м. Київ, вул. Лисенка, 6



437862

AB 36.242