

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР
им. Б. И. Веркина

На правах рукописи

ТУТОВ Андрей Валентинович

НОВЫЕ ТИПЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В КРИСТАЛЛАХ

(01.04.02-Теоретическая физика)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук

Харьков - 1996

Диссертацией является рукопись
Работа выполнена в Физико-техническом институте низких температур им Б. И. Веркина НАН Украины, Харьков.

Научный руководитель - член-корреспондент НАН Украины, доктор физико-математических наук, профессор Косевич Арнольд Маркович

Официальные оппоненты - доктор физико-математических наук, профессор Ермолаев Александр Михайлович
кандидат физико-математических наук, Господарев Игорь Александрович

Ведущая организация - Национальный научный центр, Харьковский Физико-технический институт

Защита состоится "9" апреля 1996г. в 15⁰⁰ часов на заседании Специализированного Ученого Совета Д02.35.02 при Физико-техническом институте низких температур им. Б. И. Веркина НАН Украины

Замечания и отзывы по данной работе присылать по адресу: 310164, Харьков, пр. Ленина 47, Физико-технический институт низких температур им Б. И. Веркина.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Физико-технического института низких температур НАН Украины. Автореферат разослан "7" марта 1996г.

Ученый секретарь Специализированного совета доктор физико-математических наук

А. С. Ковалев

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00740220 (F)

В. Стефаника
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы. Изучение упругих поверхностных волн в средах, содержащих дефекты и неоднородности, представляет постоянный интерес как для понимания физики явлений на поверхности, так и для расширения сферы технического применения поверхностных волн. Характеристики упругих поверхностных волн в кристалле несут информацию о таких процессах как рост кристалла, образование дефектов типа дефектов упаковки или зон Гинье-Престона, а также большого числа явлений, связанных с наличием границы раздела, где число поверхностных атомов есть величина такого же порядка как и число атомов в объеме кристалла. Например, существенным оказывается влияние поверхностных волн на среднеквадратичные смещения поверхностных атомов, которое непосредственно проявляется в процессах рассеяния внешнего излучения поверхность.

Обширны и разнообразны технические применения поверхностных волн в акустоэлектронике и оптоэлектронике. В промышленности ультразвуковой контроль, использующий ультразвуковые поверхностные волны, является одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля. Разнообразны современные акустоэлектронные устройства на поверхностных волнах - фильтры, линии задержки и др.

Перечисленные факторы определяют актуальность исследования поверхностных волн. В последнее время появилось большое количество теоретических и экспериментальных работ, посвященных этой проблеме.

Цель исследования. Настоящая работа посвящена теоретическому изучению поверхностных волн в кристалле методами теории упругости и динамики кристаллической решетки. Рассмотрен вопрос о построении полной системы граничных условий на планарном дефекте к уравнениям теории упругости феноменологически, с учетом капиллярных параметров. Полученная полная система граничных условий позволяет описать локализованные и псевдолокализованные вблизи планарного дефекта волны разных поляризаций. Значительное внимание уделено вычислению плотности псевдоповерхностных состояний для волн Рэлея-Лоренца поляризации. Результаты получены в общем случае анизотропии упругих свойств в плоскости дефекта.

Методом динамики кристаллической решетки изучены сдвиговые волны, локализованные вблизи плоского дефекта в ГЦК кристалле. Аналитически описаны основные типы поверхностных волн, локализованных вблизи свободной поверхности ГЦК кристалла или границы раздела ГЦК кристаллов.

Научная новизна работы определяется результатами, входящими в основные положения, выносимые на защиту:

1. Феноменологически получена полная система граничных условий на плоском дефекте упругой среды, которая позволяет найти длинноволновые локализованные вблизи дефекта колебания как акустического, так и оптического типов.

2. Впервые дано количественное описание квазилокальных поверхностных волн, фазовая скорость которых лежит в интервале между скоростями продольных C_L и поперечных C_T волн. В случае свободной поверхности изотропной среды квазилокализованные волны с волновым вектором K , обладают сплошным спектром частот в интервале $C_T K < \omega < C_L K$, не имеющем особенностей во внутренних точках этого интервала.

3. Рассчитана спектральная плотность псевдоповерхностных волн вертикальной поляризации. Плотность псевдоповерхностных волн имеет квазиодномерный характер и имеет типичные особенности на краях интервала разрешенных частот $C_T K$ и $C_L K$.

4. Изучены сдвиговые волны, локализованные вблизи плоского дефекта в ГЦК кристалле. Как и в случае поверхностных колебаний, локализованные вблизи плоского дефекта волны могут быть описаны только при учете дискретности кристаллической решетки (они отсутствуют в теории упругости). Собственные колебания задачи можно характеризовать фазой колебаний ближайших к дефектной плоскости атомных плоскостей.

5. Исследованы характеристики сдвиговых поверхностных волн, локализованных вблизи плоского дефекта в ГЦК кристалле, который образован монослоем примесных атомов. Собственная термодинамическая степень свободы дефекта приводит к дополнительной ветви закона дисперсии. Получены дисперсионные зависимости для трех возможных типов локализованных колебаний, причем два из этих типов колебаний являются достаточно коротковолновыми.

Научная новизна и практическая ценность полученных ре-

зультатов состоит в их важности при описании реальных планарных дефектов в упругих средах, а следовательно, при вычислении вклада границы раздела в низкотемпературные термодинамические характеристики кристалла, а также их вклада в частотные зависимости различных характеристик процессов рассеяния и поглощения. В этой связи особое внимание хотелось бы обратить на метод вычисления плотности псевдоповерхностных фононов рэлеевской поляризации, которая должна непосредственно проявиться в популярных в настоящее время экспериментах по Бриллюэновскому рассеянию света поверхностью кристалла. Построенная полная система граничных условий на плоском дефекте фактически обобщает ранее полученные результаты, и посчитанные на ее основе характеристики локальных и псевдолокальных волн должны в большей мере, чем ранее согласовываться с экспериментом. Можно также надеяться, что аналитически вычисленные характеристики сдвиговых поверхностных волн в ГЦК кристалле найдут техническое применение.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы неоднократно докладывались на семинарах ФТИИТ НАН Украины, а также на национальных и международных конференциях:

- конференция "К 50-ти летию кафедры теоретической физики ХГУ", 1994.
- международный симпозиум по физике поверхностных фононов "DYPPOSO XXV", Италия, 1994.
- конференция "Физические явления в твердых телах" Харьков, 1995.
- международная конференция ICMDS-8, Болгария, 1995
- конференция CANCAM'95, Канада, 1995.
- симпозиум "Acoustical Imaging", Италия, 1995.
- конференция UUMCM-14, Словакия, 1995.
- международный симпозиум по физике поверхностных фононов "DYPPOSO XXVI", Испания, 1995.
- международный симпозиум IVC-13-ICSS-9, Япония, 1995

Тезисы перечисленных докладов опубликованы.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы. В работе содержится 24 рисунка. Список литературы состоит из 104 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснован выбор темы диссертационной работы и сформулированы цели исследования, а также содержится литературный обзор теоретических и экспериментальных разработок по проблеме поверхностных волн в кристаллах. Рассматривается вид граничных условий на плоском дефекте в упругой среде как δ -функциональное возмущение упругих модулей на плоскости дефекта. В рамках общей теории локальных колебаний [1] методом Косевича-Хохлова фактически обобщаются полученные ранее результаты [2,3]. В частности, используя метод функции Грина, получен параметр затухания локализованной вблизи дефекта волны в виде:

$$\alpha = \frac{1}{2} \kappa^2 \left(\frac{\mu - \mu_s}{\mu_s} + \frac{\rho - \rho_s}{\rho} \right), \quad (1)$$

где ρ, ρ_s (μ, μ_s) - плотности (модули сдвига) упругой среды и дефектного слоя, а κ - двумерный волновой вектор бегущей вдоль дефекта локализованной волны.

Во введении подробно рассматривается феноменологический подход к проблеме граничных условий на планарном дефекте в кристалле. Записывая плотность свободной поверхностной энергии в наиболее общем виде с учетом необходимых условий трансляционной и вращательной инвариантности кристалла с планарным дефектом, выводится полная система граничных условий на плоском дефекте. Эта система в общем случае учитывает анизотропию упругих свойств в плоскости дефекта, и позволяет описать локализованные и псевдолокализованные упругие волны разных поляризации (упругие полупространства, образующие границу раздела предполагаются однородными и изотропными) вблизи планарного дефекта кристалла. Учет капиллярных параметров производится более последовательно, чем в предыдущих работах (например [4]). Примечательно, что с помощью полученной полной системы граничных условий можно описать длинноволновые локализованные и псевдолокализованные колебания как акустического (смещение дефектного слоя происходит в фазе со смещениями берегов упругих полупространств), так и оптического (смещение дефектного слоя заведомо и существенно отлично от полусуммы смещении берегов упругих полупространств) типов.

Первая глава посвящена описанию поверхностных волн рэлеевской поляризации. Интегрируя по толщине дефектного слоя ($kh \ll 1$, h - толщина дефектного слоя, K - двумерный волновой вектор волны) уравнения движения упругой среды и усредняя необходимые компоненты тензора напряжений по толщине этого слоя, в рамках теории упругости получена система граничных условий на планарном дефекте, пригодная для описания сагиттально поляризованных колебаний акустического типа. Такая система обобщает полученный ранее случай так называемой "трещины" (fracture) [5], где учитывается равенство напряжений σ_{ik} и разрыв смещений u_k на противоположных берегах дефекта:

$$\sigma_{in} = \sigma_{ik} n_k = \tilde{K}_{ij} (u_j^+ - u_j^-), \quad (2)$$

где \tilde{K}_{ij} - тензор упругих модулей дефекта, определяющий эффективную толщину дефектного слоя $l \sim 1/|K|$. Показано, что случай "трещины" соответствует пренебрежению упругими модулями дефекта по сравнению с упругими модулями материнской среды.

Изотропия свойств упругих полупространств, образующих границу раздела, позволяет рассматривать сагиттально поляризованные волны отдельно от сдвиговых волн горизонтальной поляризации. Смещение в сагиттально поляризованных волнах двухкомпонентно и двухпарциально. Обе парциальные части смещения соответствуют локализованной волне (амплитуда экспоненциально убывает от плоскости дефекта), если фазовая скорость бегущей вдоль дефекта волны меньше скорости поперечного звука в упругих полупространствах. Опираясь на полученную систему граничных условий на плоском дефекте, описаны локализованные колебания вблизи дефекта. Показано, что существует два типа локализованных колебаний: квазипоперечные волны (для которых на плоскости дефекта $u_x^+ = -u_x^-$, $u_z^+ = u_z^-$) и квазипродольные ($u_x^+ = u_x^-$, $u_z^+ = -u_z^-$) волны. Результаты приведены в общем случае анизотропии упругих свойств дефектного слоя и содержат результаты работы [5].

Если фазовая скорость распространения волны попадает в интервал $c_t < c < c_l$ (или иначе - частота колебаний частиц в волне находится в интервале $c_l k < \omega < c_t k$), где c_l, c_t - скорости продольного и поперечного звука среды, то волна становится псевдоповерхностной. Амплитуда псевдоповерхностной волны максимальна на плоскости дефекта, но не равна нулю на беско-

нечности. В отсутствии источников, однако, нормальная компонента плотности потока звуковой энергии на бесконечности должна быть нулевой. Смещения на бесконечности должны быть ограничены. Последние обстоятельства (т.е. корректные граничные условия на бесконечности) приводят к существованию сплошного спектра фазовых скоростей (или сплошному спектру собственных частот) псевдоповерхностных упругих волн. Такой спектр является предельным аналогом дискретного спектра собственных частот волн - решений динамической задачи Ламба о волнах в пластине, и такой спектр можно параметризовать. Вычислена плотность псевдоповерхностных колебаний φ , которая оказывается максимальной у порога продольных объемных колебаний упругой среды и минимальной у порога поперечных объемных колебаний среды. Избыток псевдоповерхностных колебаний существует всегда у края спектра продольных колебаний, что согласуется с общей теорией локальных колебаний в кристаллах с планарными дефектами.

Подробно изучен случай свободной поверхности упругого однородного изотропного полупространства. В этом случае в сплошном спектре фазах скоростей оказывается выделенной скоростью $\sqrt{2} c_t$. Такой фазовой скоростью обладает чисто сдвиговая объемная волна, поляризованная в сагиттальной плоскости и строго удовлетворяющая граничным условиям на свободной поверхности полупространства [6]. Плотность псевдоповерхностных состояний зануляется в этой точке.

Для выяснения физического смысла параметра φ , характеризующего сплошной спектр собственных частот псевдоповерхностных волн, рассмотрена задача об описании локализованных и псевдолокализованных вблизи "трещины" колебаний в плоскопараллельной упругой пластине конечной толщины H . Показано, что параметр φ непосредственно связан с толщиной H линейным преобразованием поворота. В формулу вычисления плотности псевдоповерхностных состояний входит изменение фазы φ на малом интервале частот, которое связано с изменением толщины H как

$$(\Delta\varphi)_k = \Delta \cdot \left\{ kH \sqrt{\frac{\omega^2}{c_t^2 k^2} - 1} \right\}. \quad (3)$$

В заключении первой главы приводится дополнительно обоснование системы правильных граничных условий на плоско-

дефекте в кристалле. Такая система граничных условий, пригодная для описания сагиттально поляризованных колебаний акустического типа, выводится на основании простейшей модели дефектного слоя малой (атомной) толщины.

Во второй главе изучаются поверхностные волны другой поляризации - сдвиговые упругие волны, локализованные вблизи плоского дефекта в кристалле кубической симметрии, методом динамики кристаллической решетки. Изучение поверхностных волн методом динамики кристаллической решетки имеет богатую историю [7-9], однако в работе обсуждается новый тип поверхностных колебаний. Для теоретического исследования выбран ГЦК кристалл, расчеты выполнены с учетом центрального взаимодействия ближайших соседей атома в кристалле. Предполагается, что плоскость дефекта совпадает с плоскостью (001) кристалла, а исследуемая сдвиговая волна горизонтальной поляризации распространяется вдоль направления [110] в плоскости (001). При такой геометрии задачи смещение атомов в волне происходит в направлении $[1\bar{1}0]$ и имеет квазиодномерный характер. Последнее обстоятельство позволяет получить все характеристики локализованной волны (закон дисперсии, параметр затухания, относительное изменение фазовой скорости и др.) аналитически.

Прежде всего, подробно рассмотрены сдвиговые локализованные волны вблизи искаженной поверхности ГЦК кристалла. Показано, что адсорбированный монослой существенно влияет на характеристики сдвиговых поверхностных волн. Например, монослой тяжелых адсорбированных атомов, слабо связанных с полупространством кристалла, приводит к низкочастотным поверхностным колебаниям. Монослой адсорбированных легких атомов, сильно связанных с поверхностью ГЦК кристалла, обуславливает высокочастотные локализованные вблизи дефекта колебания, причем пороговым образом (низкочастотные локализованные сдвиговые волны существуют вблизи свободной поверхности (001) ГЦК кристалла [7, 8]). Показано также, что учет центрального взаимодействия ближайших соседей в плоскости дефекта не влияет на характеристики сдвиговых поверхностных волн. Однако учет центрального взаимодействия вторых соседей (отношение константы взаимодействия вторых соседей к константе взаимодействия первых соседей порядка ~ 0.1) отражается на

характеристиках сдвиговых поверхностных волн: усиление связи приводит к относительному понижению частоты локализованных колебаний, а ослабление - к относительному увеличению частоты локализованных колебаний. Результаты представлены также графически для конкретных значений параметра дефекта.

Рассматриваются сдвиговые локализованные колебания вблизи дефекта, образованного уменьшением константы силового взаимодействия ближайших атомных плоскостей ГЦК кристалла. Показано, что вблизи такого дефекта возможны два типа локализованных сдвиговых волн, различающиеся фазой колебаний граничных атомных плоскостей, - симметричные и антисимметричные. Оба типа колебаний могут иметь частоты как ниже нижней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла (амплитуда волны затухает вглубь кристалла монотонно), так и выше верхней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла (амплитуда волны затухает вглубь кристалла с осцилляциями). Симметричные колебания характерны тем, что колебания граничных атомных плоскостей происходит в фазе, и существуют при всех значениях двумерного в плоскости дефекта волнового вектора \mathbf{K} с частотами, лежащими ниже нижней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла. Антисимметричные колебания характерны тем, что колебания граничных атомных плоскостей происходит в противофазе и существуют при всех значениях двумерного в плоскости дефекта волнового вектора \mathbf{K} с частотами, лежащими выше верхней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла. Антисимметричные низкочастотные и симметричные высокочастотные локализованные колебания существуют для волновых векторов $\mathbf{K} > \mathbf{K}_0$, где \mathbf{K}_0 определяется изменением силового взаимодействия на дефекте. Такие колебания могут не существовать в длинноволновом пределе. Для всех типов колебаний приводятся аналитические выражения законов дисперсии, величины отщепления локальных частот от границ сплошного спектра объемных колебаний кристалла, параметр затухания волны вглубь кристалла, а также графики законов дисперсии локализованных колебаний для конкретных параметров дефекта.

Во второй главе также рассматриваются сдвиговые локализованные волны вблизи плоского дефекта, образованного контактом кристаллов через монослой примесных атомов. Показано.

что собственные решения задачи - суть три типа локализованных колебаний. Дополнительная ветвь закона дисперсии в этом случае связана с дополнительной термодинамической степенью свободы плоского дефекта. Один тип колебаний соответствует колебаниям граничных к дефекту атомных плоскостей в противофазе (противофазные колебания), при этом примесной монослой неподвижен. Второй и третий типы колебаний соответствуют колебаниям граничных к дефекту атомных плоскостей в фазе, но их различие состоит в том, что фаза колебаний примесного монослоя относительно граничных атомных плоскостей может быть 0 (симметричные синфазные колебания) или π (антисимметричные синфазные колебания). Исследовано поведение кривых (законов дисперсии локализованных колебаний, соответствующих трем типам колебаний) в зависимости от параметров дефекта. Показано, в частности, что тяжелый примесной монослой, слабо связанный с граничными атомными плоскостями, допускает низкочастотные колебания (частота локализованных колебаний лежит ниже нижней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла): симметричные синфазные колебания с наименьшими частотами, симметричные противофазные колебания при $\kappa > \kappa_0$, и противофазные колебания при $\kappa > \kappa_0$ с наибольшими частотами. Значения κ_0 и κ_1 определяются параметрами дефекта. Тяжелый примесной монослой, сильно связанный с граничными атомными плоскостями, допускает высокочастотные колебания (частота локализованных колебаний лежит выше верхней границы сплошного спектра объемных колебаний кристалла): симметричные синфазные колебания с наименьшими частотами, противофазные колебания при $\kappa > \kappa_0$, и симметричные противофазные колебания при $\kappa > \kappa_1$ с наибольшими частотами. При этом амплитуда каждого типа локализованных колебаний убывает вглубь кристалла с осцилляциями.

Далее во второй главе показано, как получить граничные условия для описания сдвиговых поверхностных волн в рамках нелокальной теории упругости, исходя из уравнений динамики решетки для граничных атомных плоскостей.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе:

1. Феноменологически получена полная система граничных условий на плоском дефекте упругой среды, в рамках теории

упругости и с позиций простейшей микроскопической модели, которая позволяет описать длинноволновые колебания как акустического, так и оптического типов.

2. Используя полученную систему граничных условий, описаны локализованные и псевдолокализованные у плоского дефекта волны вертикальной поляризации в общем случае гексагональной симметрии дефектного слоя с осью симметрии, совпадающей с направлением нормали к плоскости дефекта. Получено согласие дисперсионных кривых локализованных волн с экспериментальными кривыми в случае изотропного дефектного слоя.

3. Посчитана спектральная плотность псевдолокализованных состояний для волн вертикальной поляризации. Рассмотрена задача плоскопараллельной пластины с планарным дефектом и показано, что физически появление свободного параметра есть следствие учета условий на внешней границе, и поэтому такой параметр связан непосредственно с толщиной пластины в задаче о стационарных псевдоповерхностных состояниях упругой среды с планарным дефектом.

4. В работе исследованы сдвиговые волны горизонтальной поляризации (SH-волны), локализованные у искаженной поверхности ГЦК кристалла в рамках динамики решетки. Изучена роль избытка массы в примесном монослое, а также дисторсии на характеристики локализованных SH волн.

5. В рамках динамики решетки изучены сдвиговые волны, локализованные вблизи плоского дефекта в ГЦК кристалле. Показано, что собственные решения краевой задачи разделяются на симметричные и антисимметричные относительно плоскости дефекта. Проанализированы условия существования этих типов волн как в низко-, так и в высокочастотной области, и получены необходимые дисперсионные зависимости.

6. Исследованы характеристики SH волн, локализованных вблизи плоского дефекта в ГЦК кристалле, который образован монослоем чужеродных атомов. Показано, что собственная термодинамическая степень свободы дефекта приводит к дополнительной ветви закона дисперсии. Получены дисперсионные зависимости для трех возможных типов колебаний в этой задаче и изучена их зависимость от параметров дефекта. Показано, что два из этих типов колебаний являются достаточно коротковолновыми.

Публикации. Материалы, вошедшие в диссертационную работу, опубликованы в 9 научных работах, включая 3 статьи в реферируемых журналах:

1. А. М. Косевич, А. В. Тутов, ФТН, т. 19, N11, с. 1273 (1993).
2. А. М. Kosevich, A. V. Tutov, Phys. Lett. A, v. 210, N5, 6 (1996)
3. А. М. Kosevich, A. V. Tutov, in Continuum Models of Discrete Systems, World Scientific Publishing, ed. K. Markov, pp. 444-454 (1996).
4. А. М. Kosevich, E. S. Syrkin, A. V. Tutov, J. Vacuum Soc. Japan, v. 38 suppl., p. 374 (1995).
5. А. М. Kosevich, Yu. A. Kosevich, A. V. Tutov, J. Vacuum Soc. Japan, v. 38 suppl., p. 446 (1995).
6. А. М. Kosevich, E. S. Syrkin, A. V. Tutov, in DYPROSO XXIV, p. 2-09 (Abstract book) (1994).
7. А. М. Косевич, А. В. Тутов, в сб. Теория конденсированного состояния, Харьков, с. 11 (материалы конференции) (1994).
8. А. М. Косевич, А. В. Тутов, в сб. Физические явления в твердых телах, с. 4 (материалы конференции) (1995), Харьков.
9. А. М. Косевич, Е. С. Сыркин, А. В. Тутов, в сб. Физические явления в твердых телах, с. 5 (материалы конференции) (1995), Харьков.

ЛИТЕРАТУРА

1. I. M. Lifshitz, A. M. Kosevich, Rep. Prog. Phys., 29, p. 217, 1966.
2. А. М. Косевич, В. И. Хохлов, ФТТ, 10, с. 56, 1968.
3. А. М. Косевич, В. И. Хохлов, ФТТ, 12, с. 2570, 1970.
4. Yu. A. Kosevich, Progress of Surface Science (1996), in press
5. L. J. Pyrak-Nolte, J. Xu, G. M. Haley, Phys. Rev. Lett., 68, 3650, 1992
6. Л. М. Бреховских, Волны в слоистых средах, Наука, Москва, 1965
7. G. P. Alldredge, Phys. Lett. A, 41, p. 281, 1972.
8. И. М. Гельфгат, ФТТ, 22, с. 2815, 1980.
9. А. А. Марадудин, Дефекты и колебательный спектр кристаллов Теоретические и экспериментальные аспекты влияния точечных дефектов и неупорядоченностей на колебания кристаллов, Мир, Москва, 1980.



Tutov Andrej Valentinovich. *New types of the surface waves in crystals.*

Thesis to the competition of the candidat's degree of physical and mathematical sciences on speciality 01.04.02 - theoretical physics.

B.I.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, 1996.

9 scientific works are being defended, presenting the results of theoretical studies on surface waves in crystals.

Surface and interface waves of both polarization are being studied. The full set of the complete boundary conditions is built and localized and pseudolocalized near the interface waves are described. The density of the pseudolocalized states for the waves of Rayleigh polarization is analyzed. The shear surface waves in the FCC crystal are studied on the microscopic level. The eigen solutions are described and full set of characteristics for them are written out analytically.

Тутов Андрій Валентинович. Нові типи поверхневих хвиль у кристалах.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 - Теоретична фізика.

Фізико-технічний інститут низьких температур ім.Б.І.Веркіна, Харків, 1996.

Захищається 9 наукових робіт, які містять теоретичні дослідження поверхневих хвиль у кристалах.

Досліджуються поверхневі та псевдоповерхневі хвилі обох поляризацій. Збудована повна система рівнянь на межі розподілу та описані локалізовані та псевдолокалізовані хвилі поблизу межі розподілу. Проаналізована щільність псевдоповерхневих станів релеєвської поляризації. Також досліджуються зсувні поверхневі хвилі у ГЦК кристали на мікроскопічному рівні. Описані власні рішення та для них аналітично виписані всі характеристики.

Ключові слова

поверхневі хвилі, планарний дефект, закон дисперсії

Рис. 108

Ответственный за выпуск -

- кандидат физ.-мат. наук Феодосьев С.Б.

Подписано к печати 28.02.96
Физ. п. л. 1,1. Уч.-изд. п. л. 1,1
Тираж 100. Зак. 3. Бесплатно.

Ротапринт Физико-тех. института низ. темп.,
Харьков-N164, пр. Ленина, 47

12/11/1991

AB 34.224
AB 34.224