

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Մուրադյան Տիգրան Ռաֆայելի

ԴԻՖՐԱԿՑՎԱԾ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՓՆՋԵՐԻ ՈՐՈՇ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԱՐՏԱԶԻՆ ԱԶԴԱԿՆԵՐԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՆ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա.04.07-«Կոնդենսացված վիճակի ֆիզիկա» մասնագիտությամբ
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Мурадян Тигран Рафаелович

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИФРАГИРОВАННЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ
ПУЧКОВ ПРИ ПРИСУТСТВИИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.07-физика конденсированного состояния

ЕРЕВАН-2021

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝
Ֆիզ.-մայթ. գիտ. թեկնածու

Վ. Ռ. Քոչարյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝
Ֆիզ.-մայթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ.
Ֆիզ.-մայթ. գիտ. թեկնածու

Վ. Վ. Հարությունյան
Ս. Ն. Նորելյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

ՀԱՊՀ Ֆիզիկայի ամբիոն

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2021թ. հոկտեմբերի 16-ին, ժ 12⁰⁰-ին, Երևանի Պետական Համալսարանի 049 Ֆիզիկայի մասնագիտական խորհրդի նիստում: Հասցեն՝ ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2021թ. սեպտեմբերի 3-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝
Ֆիզ.-մայթ.գիտ.թեկնածու, դոցենտ



Վ.Պ. Քալանթարյան

Тема диссертации утверждена в Институте Прикладных Проблем Физики НАН РА

Научный руководитель:
кандидат физ.-мат. наук.

В. Р. Кочарян

Официальные оппоненты:
доктор физ.-мат. наук, проф.
кандидат физ.-мат. наук

В. В. Арутюнян
С. Н. Нореян

Ведущая организация:

Кафедра физики НПУА

Защита диссертации состоится 16-го октября 2021г. в 12⁰⁰ часов на заседании специализированного совета 049 физики при Ереванском Государственном Университете по адресу: г. Ереван, 0025, Алека Манукяна, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан 3-ого сентября 2021г.

Учёный секретарь специализированного совета 049:
кандидат физико-математических наук, доцент



В. П. Калантарян

ԱՏԵՆԱԵՆՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Տրված պարամետրերով անգտորենի կարգի ալիքի երկարություն ունեցող էլեկտրամագնիսական ալիքների և նեյտրոնային փնջերի ստացումը ներկայումս խիստ արդիական խնդիր է: Մասնավորապես, ժամանակակից ռենտգենյան ու սինքրոտրոնային աղբյուրներով ռենտգենյան միկրոսկոպիայի և տեղային կառուցվածքային ուսումնասիրություններ կատարելու համար խիստ անհրաժեշտ են ժամանակի ընթացքում կայուն, երկարակյաց, մեծ լուսաունժով, մեծ լուծողականությամբ, ժամանակի և տարածության մեջ կառավարելի պարամետրերով ռենտգենյան օպտիկայի էլեմենտներ:

Այդպիսի էլեմենտների ստեղծման և կատարելագործման համար իր կարևոր և արդիական տեղն է գրավում բյուրեղներում արտաքին ազդակների (ակուստիկ ալիքներ, ջերմային գրադիենտ, ստատիկ դեֆորմացիա և այլն) պայմաններում ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի երևույթի հետազոտումը: Սակայն, ինչպես փորձարարական, այնպես էլ տեսական աշխատանքներում չեն հետազոտվել բյուրեղին կիրառված արտաքին ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում անդրադարձած ռենտգենյան փնջերի ինտենսիվության վերաբաշխման որոշ առանձնահատկություններ սինքրոտրոնային ճառագայթման միջոցով, միաբյուրեղում տատանումների առաջացման բնութագրական ժամանակներն ու փնջի կտրվածքում ինտենսիվության տարածական մոդուլյացիայի ստացմանը և կառավարմանը վերաբերող մի շարք խնդիրներ: Օրինակ՝ ռենտգենյան փնջերի մոդուլյացիայի արդյունքում ստանալ կամայական քանակությամբ գուգահեռ փնջեր կառավարել նրանց ինտենսիվությունը և միմյանց միջև ընկած հեռավորությունը: Չեն հետազոտվել նաև միաբյուրեղում ներմուծված արտաքին ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում մեծ անկյունային և էներգետիկ լայնությամբ փնջերի վերամղման և երկչափ ֆոկուսացման հնարավորությունները հատկապես կոշտ տիրույթի ռենտգենյան ճառագայթների համար:

Ատենախոսության նպատակը.

- Հետազոտել X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում դիֆրակցված սինքրոտրոնային փնջերի ինտենսիվության վերաբաշխման առանձնահատկությունները:
- Հետազոտել X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ակուստիկ ալիքների գրգռման ընթացքում տատանումների առաջացման բնութագրական ժամանակները:
- Հետազոտել կվարցի միաբյուրեղում ներմուծված ջերմային գրադիենտի միջոցով անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների երկչափ ֆոկուսացման հնարավորությունը:
- Հետազոտել կվարցի միաբյուրեղում ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում կոշտ ռենտգենյան ճառագայթման սպիտակ փնջից 40կէՎ-ից՝ բարձր ու մեծ սպեկտրալ լայնությամբ (մինչև մի քանի կէՎ) փունջ առանձնացնելու և այն անդրադարձման ուղղություն վերամղելու հնարավորությունը:
- Հետազոտել AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում տարբեր հաճախականությամբ ակուստիկական ալիքների առկայության պայմաններում ռենտգենյան ճառագայթման դիֆրակցիայի երևույթը՝ կախված գիտափորձի երկրաչափությունից և բյուրեղի պարամետրերից:
- Հետազոտել AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ծավալային ակուստիկական ալիքների առկայության պայմաններում տարբեր լայնությամբ և

կամայական քանակով գուգահեռ ռենտգենյան փնջի ստացման և վերամղման հնարավորությունը:

Այդ նպատակներն իրականացնելու համար անհրաժեշտ են եղել.

- Ստանալ $\Delta\theta \approx 20'' \div 10''$ անկյունային բացվածքով կոլիմացված պոլիքրոմատիկ ռենտգենյան փունջ:
- Ստանալ որոշակի պարամետրերով (էներգետիկ դիսպերսիա $\Delta\lambda/\lambda \approx 10^{-4}$, անկյունային լայնույթ $\Delta\theta \approx 20''$) մոնոքրոմատիկ ռենտգենյան փունջ:
- Պատրաստել՝ բարձր կարգի մշակված մակերևույթներով, 1-ից 10մմ հաստությամբ X և AT կտրվածքով 15մմ, 20մմ և 30մմ տրամագծով տափօղակի և տարբեր չափերով X-կտրվածքով հարթ գուգահեռանիստի տեսք ունեցող միաբյուրեղական թիթեղներ:
- Պիեզոբյուրեղներում ակուստիկական ալիքների գրգռման համար պատրաստել փոքր չափեր ունեցող 1<g քայլով 0-ից 40U<g տիրույթի հաճախությունների սինթեզատոր:
- Նախագծել և պատրաստել միաբյուրեղներում ակուստիկ ալիքների գրգռման համար տարբեր տիպի բյուրեղական բռնիչներ:
- Պատրաստել միաբյուրեղներում ջերմային գրադիենտի ստեղծման համար համապատասխան սնուցման աղբյուր, էլեկտրական սխեմաներ և տարբեր տիպի բյուրեղական բռնիչներ:

Գիտական նորույթը.

- Փորձնականորեն ցույց է տրվել, որ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում գրգռված $U < g$ -ային ակուստիկ ալիքների ամպլիտուդը մեծացնելով մինչև որոշակի արժեք, ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթությունների ընտանիքից $L_{աուէի}$ երկրաչափության պայմաններում անդրադարձած սինքրոտրոնային փնջի ինտենսիվությունը, առանց ճոճման կորեթի ($\bar{2}4$) լայնացման, մեծանում է $2 \div 3$ անգամ կախված միաբյուրեղի վրա սկզբնական փնջի անկման տեղից:
- Ցույց է տրվել, որ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղներում ակուստիկ ալիքների գրգռման համար օգտագործված ռեզոնատորներում տատանումների առաջացման պրոցեսի (բնութագրական ժամանակների) տևողությունը մոտավորապես 1 մվ կարգի է, ընդ որում այդ ժամանակը կախված չէ օգտագործված փորձարարական սարքավորումների առանձնահատկություններից:
- Առաջին անգամ ցույց է տրվել, որ միաբյուրեղում ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում մոտ 100կէՎ էներգիայով անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների ինտենսիվությունը կարելի մեծացնել կարգերով, և նման էներգիաների տիրույթում սպիտակ ռենտգենյան փնջից հնարավոր է առանձնացնել մեծ սպեկտրալ լայնությամբ (մինչև մի քանի կէՎ) փունջ և վերամղել այն անդրադարձման ուղղություն:
- Առաջին անգամ ցույց է տրվել, որ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղին կիրառված ջերմային գրադիենտի արդյունքում կախված տաքացուցիչի դիրքից և ձևից հնարավոր է ստանալ ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթությունների երկչափ ճկում և ապահովել այդ ատոմական հարթություններից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման համար երկչափ ֆոկուսացման հնարավորություն:
- Իրականացվել են սկզբնական ռենտգենյան փնջի մոդուլյացիայի արդյունքում ստացված նախապես ընտրված քանակով (ինչպես կենտ, այնպես էլ գույգ թվով) գուգահեռ փնջերի մի քանի տասնյակ միկրոմետրից մի քանի միլիմետր միջփնջային հեռավորությունների կառավարում և այդ փնջերի լրիվ վերամղում

մի ուղղությունից մեկ այլ ուղղություն, պահպանելով ինտենսիվության տարածական բաշխման սկզբնական տեսքը:

- Առաջին անգամ փորձարարական եղանակով ցույց է տրվել, որ AT կտրվածքով կվարցի երկու միաբյուրեղներում միաժամանակ նույն հաճախությամբ ծավալային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում նրանց (10¹¹) ստոմական հարթությունների ընտանիքից Լաուէի երկրաչափությամբ անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների տարածական մոդուլյացիայի արդյունքում ստացվում են կենտ թվով կառավարելի պարամետրերով ռենտգենյան ճառագայթների զուգահեռ փնջեր:

Կիրառական նշանակությունը.

Ստացված արդյունքները կարող են օգտագործվել՝ բյուրեղներում ծավալային ակուստիկ ալիքների պարամետրերի ուսումնասիրման համար, ռենտգենյան լիտոգրաֆիայում, կոշտ ռենտգենյան օպտիկայի էլեմենտների ստեղծման համար, պինդ մարմնի ֆիզիկայում, հանքարդյունաբերությունում, ռենտգենյան սպեկտրոսկոպիայում, ռենտգենյան միկրոսկոպիայում, ռենտգենյան թերապիայում, ռենտգենյան ախտորոշման և այլ բնագավառներում:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները.

- Հետազոտվել է X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում Մ<Հ>-ային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում սինքրոտրոնային փնջի դիֆրակցիայի երևույթը (10¹¹) ստոմական հարթությունների ընտանիքից: Ցույց է տրվել, որ ակուստիկ ալիքների առկայությունը կվարցի միաբյուրեղում բերում է անդրադարձած սինքրոտրոնային ճառագայթների ինտենսիվության 2-ից 3 անգամ մեծացման և բյուրեղի երկայնքով ինտենսիվության պարբերական փոփոխության: Դիֆրակցիայի երևույթի ժամանակային բնութագրերի հետազոտման արդյունքում պարզվել է, որ օգտագործված ռեզոնատորներում տատանումների առաջացման պրոցեսի (բնութագրական ժամանակների) տևողությունը մոտ 1 մվ է, ընդ որում այդ ժամանակը կախված չէ օգտագործված փորձարարական սարքավորումների առանձնահատկություններից: Այսինքն՝ ակուստիկ ալիքների առկայությունը բերում է բյուրեղից անդրադարձած փնջի ավելացման, իսկ (ՃԿ) լայնությունը գրեթե չի փոխվում:
- Փորձնականորեն հետազոտվել են կվարցի միաբյուրեղից 40-ից 100կէՎ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի երևույթը ջերմային գրադիենտի առկայությամբ: Առաջին անգամ ցույց է տրվել, որ միաբյուրեղում ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում կարելի է 100կէՎ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթները վերամղել անդրադարձման ուղղությամբ, ինչպես նաև սպիտակ փնջից առանձնացնել մի քանի կէՎ սպեկտրալ լայնությամբ ռենտգենյան ճառագայթներ և վերամղել այն անդրադարձման ուղղություն:
- Հետազոտվել է X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10¹¹) ստոմական հարթությունների ընտանիքից Լաուէի երկրաչափության պայմաններում մեծ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի երևույթը միաբյուրեղում ջերմային գրադիենտի առաջացման երկրաչափությունից (տաքացուցիչի դիրքից և ձևից): Առաջին անգամ փորձնականորեն ցույց է տրվել, որ միաբյուրեղում ջերմային գրադիենտի առաջացման որոշակի պայմանների դեպքում կարելի է ստանալ (10¹¹) ստոմական հարթությունների երկչափ ճկում և հետևաբար երկչափ ֆոկուսացնել անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթները, միաժամանակ կարգերով մեծացնել փնջի ինտենսիվությունը:

- Հետազոտվել են Լաուէ երկրաչափության երկրյուրեղ սխեմայով անդրադարձած ռենտգենյան փնջի առանձնահատկությունները, երբ երկու AT կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղներում միաժամանակ գրգռված են նույն հաճախությամբ ծավալային ակուստիկ ալիքներ: Ցույց է տրվել, որ նման սխեմայի օգտագործման դեպքում անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների մոդուլյացիայի արդյունքում հնարավոր է ստանալ կամայական քանակությամբ միմյանց զուգահեռ մոնոքրոմատիկ ռենտգենյան փնջեր, ընդ որում կենտ թվով, երբ երկու միաբյուրեղներում միաժամանակ գրգռված են ակուստիկ ալիքներ և զույգ թվով, երբ ակուստիկ ալիքները գրգռված է նրանցից միայն մեկում:
- Ստեղծվել է մեթոդ կամայական քանակությամբ զուգահեռ ռենտգենյան փնջերի ստացման ու նրանց միջև հեռավորության և ինտենսիվության կառավարման համար:
- Ստեղծվել է մեթոդ կոշտ տիրույթի (մինչև 100կէՎ) ռենտգենյան փնջերի պարամետրերի (էներգիա, էներգիական լայնություն, անկյունային բացվածք, լուսաուժ, կիզակետային հեռավորություն և այլն) կառավարման համար:

Աշխատանքի ներկայացում.

Ատենախոսական աշխատանքում ներկայացված արդյունքները, զեկուցվել և քննարկվել են ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկայի կիրառական պորբլեմների ինստիտուտի՝ ընդհանուր և լաբորատոր սեմինարներում, ինչպես նաև հետևյալ միջազգային և տեղական գիտաժողովներում ու սեմինարներում.

Шестой международный научный семинар и Четвертая международная молодежная научная школа-семинар. //Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики (Великий Новгород, 2013), X International Symposium RREPS-13 Radiation from Relativistic Electrons in Periodic Structures & III International Conference Meghri-13 Electron, Positron, Neutron and X-ray Scattering under External Influences (2013, Lake Sevan, Armenia), Международная школа-конференция.//Ядерно-физические технологии в клинической и экспериментальной медицине: состояние, проблемы, перспективы (Томск 2013), Конференция «Рентгеновская оптика - 2014» (6-9 октября 2014, г. Черногловка), Conference „Channeling 2014” (Capri, Italy, 5-10 October 2014), Конференция «Инновационные подходы в области науки» (5-7 декабря, 2014г., г. Цахкадзор, Армения), XLV Международная Тулиновская конференция по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами (26-28 мая 2015г., г. Москва), VII Международная научно-практическая конференция «Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине» (3-6 июня 2015г., г. Томск), Седьмой международный научный семинар и Пятая международная молодежная научная школа семинар «Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики» (24-29 августа 2015г., г. Великий Новгород), Конференция «Наука и инновации 2015» (25-27 сентября, 2015г., г. Цахкадзор, Армения), International Conference On Electron, Positron, Neutron and X-ray Scattering Under the External Influences (14-16 September, 2015, Yerevan-Meghri, Armenia), XXI Международная научная конференция «Современные техника и технологии» (5-9 октября 2015 г., Томск), VIII International Scientific Conference "Issues of Physics and Technology in Science, Industry and Medicine" (1–3 June, 2016, Tomsk, Russia), Восьмой международный научный семинар и Шестая международная молодежная научная школа семинар «Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики» (22 июня-02 июля, 2016г., г. Великий Новгород), Конференция «Рентгеновская оптика-2016» (26-29

сентября 2016, г. Черноголовка), Первый Российский кристаллографический конгресс (21-26 ноября, 2016, г. Москва ВДНХ):

Հրապարակումներ.

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակված են 24 աշխատանքներում՝ 7 գիտական հոդվածներում, 16 միջազգային գիտաժողովների նյութերում (8) ու թեզիսներում (8), ստացվել է 1 գյուտի արտոնագիր:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը.

Ատենախոսությունը բաղկացած է՝ ներածությունից, չորս գլխից և եզրակացությունից, որոնք շարադրված են 116 էջի վրա, ներառյալ 27 նկարներ, 5 աղյուսակներ և 114 անուն գրականության ցանկ:

Ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը.

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված է հետազոտական աշխատանքի նպատակը, գիտական նորոյթը, կիրառական նշանակությունը և աշխատանքի պաշտպանության հիմնական դրույթները:

Վրաջին գլխում կատարվել է գրականության տվյալների մանրամասն վերլուծություն նվիրված արտաքին՝ ստատիկ (ջերմային գրադիենտ, միաչափ ճկում և այլն) և դինամիկ (ծավալային և մակերեսային ակուստիկական ալիքներ) բնույթի ազդեցության ենթարկված բյուրեղներից դիֆրակցված ռենտգենյան ճառագայթման ուսումնասիրմանը:

Երկրորդ գլխում նկարագրված են՝ բյուրեղներում ջերմային գրադիենտի և ակուստիկ ալիքների առկայությամբ ռենտգենյան և սինքրոտրոնային ճառագայթների դիֆրակցիայի հետազոտության մեթոդաբանությունը: Նկարագրված են միաբյուրեղական նմուշների և համապատասխան բռնիչների երկրաչափական պարամետրերը: Բերված են միաբյուրեղներում ջերմային գրադիենտի ստեղծման և պեղծոբյուրեղներում մեծ ամպլիտուդով ակուստիկ ալիքների գրգռման համար մշակված ու պատրաստված սնուցման աղբյուրների և ՄՀց-ային էլեկտրական ազդանշանների ուժեղացուցիչների պարամետրերը և բնութագրերը: Երկրորդ գլխի վերջին բաժնում բերված են՝ օգտագործված միաբյուրեղների ռենտգենդիֆրակցիոն բնութագրերին և օգտագործված ճառագայթների սպեկտրալ բնութագրերին վերաբերող որոշ տեղեկություններ:

Երրորդ գլխի առաջին պարագրաֆում բերված են X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ՄՀց-ային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում (10¹¹) ատոմական հարթությունների ընտանիքից Լաուե երկրաչափությամբ անդրադարձած սինքրոտրոնային ճառագայթների տարածաժամանակային պարամետրերի հետազոտման արդյունքները: Հետազոտությունները իրականացվել են Կուրչատովյան ինստիտուտի սինքրոտրոնային ճառագայթման աղբյուրի՝ «РКФМ» կայանի վրա և օգտագործվել է այդ կայանի հետևյալ առավելությունները.

ա. Սինքրոտրոնային փնջի էներգիայի աշխատանքային տիրույթում (5÷40կէՎ) էներգիական մեծ լուծողությունը ($\Delta E/E \sim 10^{-3}$):

բ. Կայանի սցինտիլյացիոն գրանցիչի միջոցով, ORTEC Easy MCS բազմականալ անալիզատորի օգնությամբ, կանալներում ինտենսիվության բաշխման հնարավորությունը մինչև 100նվ ժամանակային տևողությամբ:

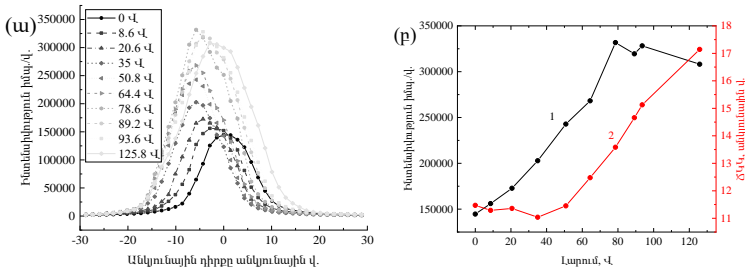
գ. Ինտենսիվության գրանցման ընթացքում անալիզատորի ըստ փուլի սինքրոնիզացման հնարավորությունը, գեներատորից տրվող կառավարող ազդանշանի հետ:

Հետազոտվող նմուշի՝ 0.5մմ հաստությամբ կվարցի միաբյուրեղի, մակերևույթներին մագնետրոնային փոշենստեցման եղանակով նստեցվել են այլումինե հաղորդիչ

էկէտրողներ, որոնցով միաբյուրեղում գրգռվել են 5.269973ԱՀց ռեզոնանսային հաճախությամբ ակուստիկ ալիքներ: Տրված ազդանշանի տարբեր ամպլիտուդների դեպքում գրանցվել են բյուրեղի (ՃԿ) և նրանց մաքսիմումները դիֆրակցիայի Լաուէի երկրաչափությամբ: Փորձի արդյունքները բերված են նկ.1-ում :

Նկ.1, ա)-ում բերված (ՃԿ) հետևում է, որ բյուրեղին տրվող ազդանշանի լարումը աստիճանաբար մեծացնելով մինչև 80Վ, տեղի է ունենում (ՃԿ) մաքսիմումի ան առանց (ՃԿ) լայնացման, իսկ հետագա մեծացումը բերում է (ՃԿ) զգալի լայնացման և մաքսիմումի դանդաղ նվազման: Միևնույն ժամանակ ազդանշանի 80Վ լարման դեպքում տեղի է ունենում դիֆրակցված փնջի ինտենսիվության 2 և ավելի անգամ ան:

Մինքրոտրոնային փնջով կատարվել են նաև փորձարարական ուսումնասիրություններ ըստ բյուրեղի երկարության (ՃԿ) կիսապայնության և ինտենսիվության սկանավորում Լաուէի երկրաչափությամբ (տես նկ. 2):

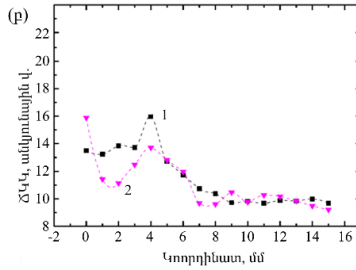
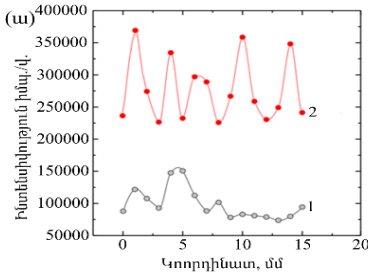


ՆԿԱՐ 1. ա) (ՃԿ) և բ) (ՃԿ) մաքսիմումի (1) ու կիսապայնության (ՃԿԿ) արժեքները (2) կախված բյուրեղին տրվող ազդանշանի լարումից:

Ինչպես երևում է նկ.2 ա)-ից, ակուստիկ ալիքների առկայությունը կվարցի միաբյուրեղում բերում է անդրադարձած ռեֆլեկցիան ճառագայթման ինտենսիվության 2-3 անգամ ուժեղացման, միաժամանակ, բերելով բյուրեղի երկայնքով ինտենսիվության պարբերական փոփոխության: Այսինքն՝ ակուստիկ ալիքների առկայությամբ անդրադարձած փնջի ինտենսիվության անը տեղի է ունենում (ՃԿ) լայնության գրեթե անփոփոխության պայմաններում (տես՝ նկ.2, բ)-ում պատկերված կորը):

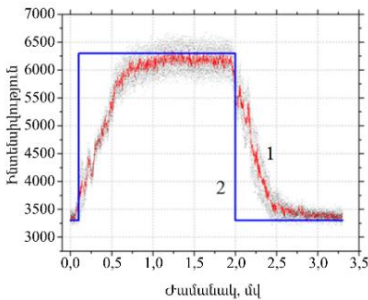
Առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում անդրադարձած ռեֆլեկցիան փնջի ուժեղացման երևույթի ժամանակային բնույթագրերի հետազոտումը: Մասնավորապես, տատանումների գրգռման բնույթագրական ժամանակների որոշումը կարևոր է ռեզոնատորներում տատանումների առաջացման ֆիզիկական պրոցեսների ուսումնասիրման, ինչպես նաև ռեֆլեկցիան փնջերի պարամետրերի արագ կառավարման օպտիկական տարրերի օգտագործման նպատակով նրանց արագագործության գնահատման համար:

Այդ նպատակով ազդանշանների զեներատորից նմուշին պարբերաբար տրվել են որոշակի թվով ռեզոնանսային հաճախությամբ տատանումներ: Ընդ որում ազդանշանի տրման պահը ըստ ժամանակի սինքրոնիզացվել է բազմականալ անալիզատորի հետ, ինչը հնարավորություն է տվել կուտակել վիճակագրություն բյուրեղին պարբերաբար տրվող ցանկացած քանակությամբ ազդանշանի դեպքում անդրադարձած ռեֆլեկցիան փնջի ինտեգրալ ինտենսիվությունը գրանցելով յուրաքանչյուր 100նվ-ի ընթացքում, որը տվյալ սարքի հնարավորության նվազագույն շեմն է:



ՆԿԱԼՐ 2. Միաբյուրեղի աշխատանքային մակերևույթի տարբեր տիրույթներից գրանցված ակուստիկ ալիքների բազակալույթայնք (1) և ակուստիկ ալիքների տակալույթայնք (2) ա) անդրադարձած սինքրոտրոնային ճառագայթման ինտենսիվության և բ) (ՃԿԿ) արժեքները:

Նկ.3-ում բերված է երևույթի ժամանակային բնութագրի հետազոտման արդյունքը (կոր 1), որը ստացվել է բազմականակ անալիզատրի միջոցով 25000 պարբերության ընթացքում կուտակված տվյալներից, երբ յուրաքանչյուր պարբերության ընթացքում ազդանշաններ գեներատորից բյուրեղին հաղորդվել է 10000 տատանում: Նկ.3-ից երևում է, որ գեներատորի ազդանշանի միացման պահից անդրադարձման ռենտգենյան ճառագայթման



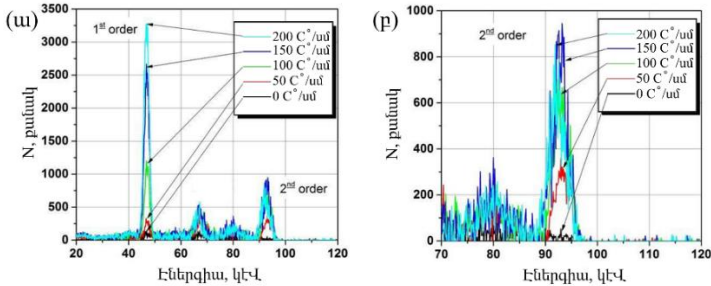
ՆԿԱԼՐ 3. Կվարցի միաբյուրեղից անդրադարձած սինքրոտրոնային փնջի ինտենսիվության ժամանակային կախումը՝ կվարցի միաբյուրեղում ակուստիկ տատանումների առաջացման և մարման պրոցեսը (1) և ակուստիկական տատանումների գրգռման համար բյուրեղին տրվող ազդանշանի ժամանակը (2):

ազդանշանը զուգահեռ միացվել է արագագործ օսցիլոգրաֆին և ինտենսիվության գրանցմանը զուգահեռ կատարվել է ազդանշանի ռեակտացիայի չափումներ միացման և անջատման պահերին: Արդյունքում ցույց է տրվել, որ օգտագործված սարքավորումների ռեակտացիոն ժամանակները 1 մկվ-ից էլ քիչ է: Այնինչ ակուստիկական ալիքների գրգռման պրոցեսը 0.7 մվ-ի կարգի է (նկ.3):

Այսպիսով առաջին անգամ ուսումնասիրվել է X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթություններից անդրադարձած սինքրոտրոնային

(ռենտգենյան) փնջի ինտենսիվության վերաբաշխման երևույթի ժամանակային բնութագրերը, ցույց է տրվել, որ անկախ օգտագործված փորձարարական սարքավորումների առանձնահատկություններից միաբյուրեղներում տատանումների առաջացման պրոցեսի (բնութագրական ժամանակների) տևողությունը մոտ 0.7 մկ է:

Երրորդ գլխի երկրորդ պարագրաֆում փորձնականորեն հետազոտվել է բյուրեղում անդրադարձնող (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթություններին ուղղահայաց ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում մինչև 100 կԷՎ էներգիայով ֆոտոնների Լաուէ երկրաչափությամբ դիֆրակցիան: Փորձարարական աշխատանքները իրականացվել են Ռ-Տոմսկի պոլիտեխնիկական համալսարանի «Ռենտգենյան օպտիկա» Հայ-Ռուսական համատեղ լաբորատորիայում: Օգտագործվել է վոլֆրամի խողովակով ռենտգենյան «PAP-150MH» աղբյուրի ճառագայթման սպիտակ սպեկտրը, անողային լարումը և հոսանքի ուժը 120կՎ և 95մկԱ համապատասխանաբար: Հետազոտվող նմուշ հանդիսացել է 9մմ հաստությամբ և 30x30մմ² կողմերով ուղղանկյունաձև կվարցի միաբյուրեղը: Փորձնականորեն հետազոտվել են կվարցի միաբյուրեղին կիրառված ջերմային գրադիենտի տարբեր արժեքներից կախված (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթություններից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման սպեկտրները 20-120կԷՎ էներգիայի տիրույթում: Փորձարարական աշխատանքում, որպես գրանցիչ օգտագործվել է XR-100 սիլիցիումային էներգադիսպերսիոն սպեկտրոմետրը, որի էներգետիկ լուծողությունը այդ տիրույթում կազմել է 300- 800ԷՎ: Անդրադարձած ռենտգենյան փնջի սպեկտրը դիտվել է ≈ 50 մմ հեռավորության վրա և $\approx 4.5^\circ$ անկյան տակ: Վերամղման երևույթում համոզվելու համար, չափվել են միաբյուրեղից անցած և անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների սպեկտրերը միաբյուրեղում արտաքին ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում: Անցնող փնջի սպեկտրում դիտվել են ինտենսիվության անկումներ նշված էներգիաների տիրույթում, որոնք խորություններն ու լայնությունները համեմատական են եղել ջերմային գրադիենտի մեծությանը, իսկ բացարձակ արժեքները սահմանափակված են եղել գրանցիչի էներգետիկ լուծողությամբ: Այսինքն՝ սպեկտրալ չափումները հաստատել են ռենտգենյան ճառագայթների անցման ուղղությունից դեպի անդրադարձման ուղղություն վերամղման երևույթը նաև բարձր էներգիաների համար:



ՆԿԱՐ 4. Կվարցի միաբյուրեղի վրա կիրառված ջերմային գրադիենտի $\Delta T/\Delta x$ տարբեր արժեքների դեպքում անդրադարձած ռենտգենյան փնջի սպեկտրները էներգիայի ա) 20-ից 120կԷՎ և բ) 70-ից 120կԷՎ տիրույթների համար:

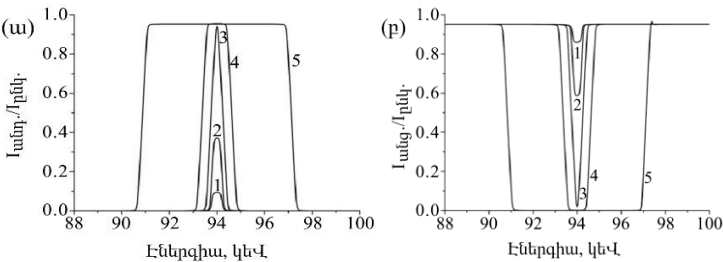
Նկ.4-ում բերված է կվարցի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների ընտանիքից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների սպեկտրը ջերմային գրադիենտի տարբեր արժեքների դեպքում: Բերված սպեկտրներում ձախ ալիկը համապատասխանում է (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթություններից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների առաջին կարգին, իսկ աջը՝ երկրորդ կարգին: Ինչպես

երևում է բերված սպեկտրներից՝ այդ պիկերի էներգիաները համապատասխանաբար հավասար են 46.86 ± 0.05 էՎ և 93.33 ± 0.05 էՎ, իսկ նրանց կիսալայնությունները ջերմային գրադիենտի մեծացմանը զուգահեռ աճում են հասնելով՝ 2.2 ± 0.1 էՎ և 3.4 ± 0.3 էՎ, $200^\circ\text{C}/\text{սմ}$ արժեքի դեպքում:

Կվարցի միաբյուրեղից անդրադարձած փնջի ինտենսիվությունը ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում ավելանում է մոտ 45 անգամ, ի համեմատ չդեֆորմացված միաբյուրեղի: Ինտենսիվության բազմակի ուժեղացումը պայմանավորված է՝ անցման ուղղությունից դեպի անդրադարձման ուղղություն, ռենտգենյան ճառագայթման մեծ անկյունային և էներգետիկ լայնությամբ լրիվ վերամղման երևույթով:

Ստացված արդյունքների տեսական մեկնաբանման համար օգտվել ենք [Kocharyan V.R., Aleksanyan R.Sh., Truni K.G. J. Contemp. Phys.-Armenian Academy of Sciences, 45 (2010) 190-194.] աշխատանքում ռենտգենյան ճառագայթների անցած և անդրադարձած ալիքային դաշտերի համար ստացված արտահայտություններից՝ հաշվի առնելով, որ իրականում դետեկտորը գրանցում է ըստ սպեկտրալ և անկյունային բաշխման ինտեգրված ինտենսիվություն:

Փորձարարական արդյունքների հետ տեսական հաշիվների որակական համեմատության համար, դիտարկել ենք 9 մմ հաստությամբ կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}1$) ատոմական հարթություններից անդրադարձած և անցած ճառագայթման սպեկտրը, երբ միաբյուրեղը ընկնող ալիքի նկատմամբ կողմնորոշված է Բրեզգի անկյան տակ 94 էՎ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթների համար: Հաշիվների արդյունքները բերված են Նկ.5-ում:



ՆԿԱՐ 5. Կվարցի բյուրեղի (10 $\bar{1}1$) ատոմական հարթություններից անդրադարձած (ա) և անցած (բ) ճառագայթման սպեկտրները՝ դեֆորմացիայի պարամետրի՝

1) $A=0$; 2) $A=250$; 3) $A=800$; 4) $A=2000$; 5) $A=10000$ արժեքների դեպքում:

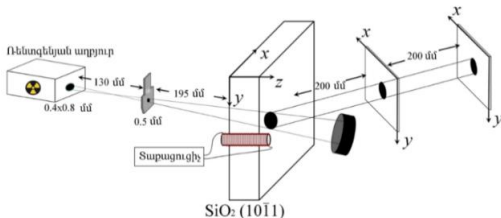
Ինչպես երևում է բերված հաշվարկային կորերից դեֆորմացիայի պարամետրի մեծացմանը զուգահեռ անցած ռենտգենյան ճառագայթման սպեկտրում դիտվում է ինտենսիվության կտրուկ անկում մինչև 0 և անկման տիրույթի լայնացում, իսկ անդրադարձած ճառագայթման ինտենսիվության բազմակի ուժեղացում: Նկ.5, բ)-ից հստակ երևում է, որ տեղի է ունենում անցման ուղղությունից դեպի անդրադարձման ուղղություն մեծ սպեկտրալ լայնությամբ ռենտգենյան ճառագայթման լրիվ վերամղում:

Այսպիսով, փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում ցույց է տրվել, որ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում որոշակի ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում հնարավոր է բարձր արդյունավետությամբ մինչև մի քանի կէՎ էներգետիկ լայնությամբ 100 էՎ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթները լրիվ վերամղել անկման ուղղությունից դեպի անդրադարձման ուղղություն, ինչը նշանակում է, որ փորձնական պարամետրերի համապատասխան ընտրությամբ կարող ենք առաջնային սպիտակ փնջից առանձնացնել ցանկալի պարամետրերով

(ինտենսիվություն, էներգիա, անկյունային և էներգետիկ լայնություն) ռենտգենյան փունջ և վերանդել այն անդրադարձման ուղղություն:

Երրորդ գլխի երրորդ պարագրաֆում փորձնականորեն հետազոտվել է 40 կԷՎ էներգիայով ֆոտոնների դիֆրակցիան, X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղից Լաուէ երկրաչափությամբ, երբ միաբյուրեղում ներմուծվել է այնպիսի արտաքին ջերմային գրադիենտ, որը առաջացրել է (10 $\bar{1}$ 1) անդրադարձող ատոմական հարթություններից երկչափ ճկում: Փորձարարական սխեման բերված է նկ.6-ում:

Նմուշն իրենից ներկայացրել է X-կտրվածքի կվարցի միաբյուրեղի ուղանկյունաձև թիթեղ, որը մշակվել է այնպես, որ նրա 3x0.7սմ² չափի նիստերից մեկը զուգահեռ է եղել (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների ընտանիքին: Այդ նիստի կենտրոնական մասում տեղադրվել է 1սմ երկարությամբ և 1մմ տրամագծով գլանաձև տաքացուցիչ, իսկ մյուս նիստերը գտնվել են օդի հետ ազատ ջերմափոխանակության մեջ, ինչպես ցույց է տրված նկ.6-ում: Այդպիսի տաքացուցիչը հնարավորություն է տվել կվարցի միաբյուրեղում ստեղծել (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների ինչպես ուղղահայաց այնպես էլ զուգահեռ ուղղված ջերմային գրադիենտ:

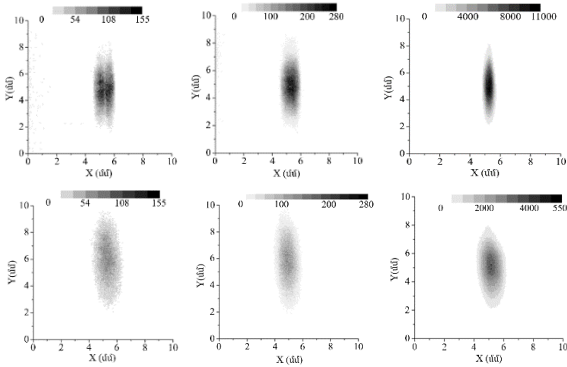


ՆԿԱՐ 6. Փորձի սխեմա:

Փոխելով պարույրի ջերմաստիճանը կվարցի միաբյուրեղից տարբեր հեռավորությունների վրա գրանցվել է (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթություններից \approx 40 կԷՎ էներգիայով անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման ինտենսիվության երկչափ

բաշխումը \approx 5.3⁰ անկյան տակ: Այդ արդյունքների հիման վրա պարույրի ջերմաստիճանի տարբեր արժեքների դեպքում որոշվել են 20սմ և 40սմ հեռավորությունների վրա անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման տարածմանը փոխուղղահայաց ուղղություններով ինտենսիվության բաշխման կիսալայնություններն ու հորիզոնական և ուղղահայաց ուղղություններով ռենտգենյան ճառագայթների անկյունային բացվածքների չափերը, ինչպես նաև ֆոկոսային հեռավորությունները անդրադարձման և նրան ուղղահայաց հարթություններում:

Փորձի արդյունքները վկայում են այն մասին, որ բյուրեղի եզրին տեղադրված տաքացուցիչի ջերմաստիճանի բացակայության դեպքում, թե՛ անդրադարձման հարթությունում (\approx 5'), և թե՛ նրան ուղղահայաց հարթությունում (\approx 30') ռենտգենյան ճառագայթները տարամիտում են: Ջերմային գրադիենտի անմանր զուգընթաց անդրադարձման հարթությունում ռենտգենյան ճառագայթները ֆոկոսանում են և ֆոկոսը մոտենում է բյուրեղին, իսկ նրան ուղղահայաց հարթությունում, որտեղ փունջն ուներ զգալի տարամիտում (\approx 30') ջերմաստիճանի մաքսիմալ արժեքի դեպքում դառնում է զուգամիտող \approx 3': Ասվածն ավելի պատկերավոր երևալու համար նկ.7-ում բերվել են կվարցի միաբյուրեղից 20սմ և 40սմ հեռավորությունների վրա 40կԷՎ էներգիայով անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների ինտենսիվության երկչափ բաշխումը առանց արտաքին ազդակի, տաքացուցչի 70 $^{\circ}$ C և 400 $^{\circ}$ C ջերմաստիճանների դեպքերում:



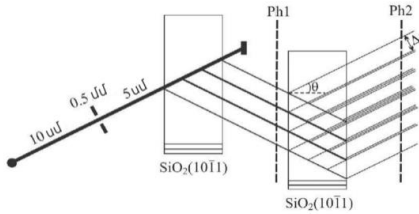
ՆԿԱՐ 7. Կվարցի միաբյուրեղից 20սմ (վերևում) և 40սմ (ներքևում) հեռավորությունների վրա 40կէՎ էներգիայով անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների ինտենսիվության երկչափ բաշխումը տաքացուցիչի ջերմաստիճանի տարբեր արժեքների դեպքում.

1) $T=21\text{ }^{\circ}\text{C}$ (սենյակային ջերմաստիճան), 2) $T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$, 3) $T=400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Հաշվի առնելով այն, որ մենք դիտում ենք անդրադարձում անողի ճառագայթման սպիտակ սպեկտրից, ապա պարզ է, որ ֆոկուսացումը երկրաչափական է և տեղի է ունենում ի հաշիվ անդրադարձնող ատոմական հարթությունների ճկման: Ունենալով փորձերի արդյունքում ստացված անդրադարձած ռենտգենյան փնջի ֆոկուսային հեռավորությունը անդրադարձման և նրան ուղղահայաց հարթություններում գնահատվել են այդ ուղղություններով անդրադարձնող ատոմական հարթությունների ճկման շառավիղները՝ օգտվելով [Levonyan L.V., Balyan M.K. // Phys. Stat. Sol. (a), 140, 247, 1993.] աշխատանքում ստացված ֆոկուսի դիրքի, բյուրեղից ճառագայթման աղբյուրի հեռավորության և համապատասխան ուղղությամբ ճկման շառավիղի միջև կապից, տաքացուցիչի 400°C ջերմաստիճանի դեպքում կազմել են $\sim 100\text{սմ}$ հորիզոնական և $\sim 10\text{սմ}$ ուղղահայաց ուղղությամբ, համապատասխանաբար:

Չորրորդ գլխի առաջին պարագրաֆում փորձնականորեն հետազոտվել է միաժամանակ AT կտրվածքի կվարցի երկու միաբյուրեղներում ծավալային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում Լաուէ երկրաչափությամբ ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթությունների ընտանիքից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների մոդուլյացիայի երևույթը, երբ երկու բյուրեղներում միաժամանակ առկա են ծավալային ակուստիկ ալիքներ: Հետազոտությունները կատարվել են (n ; $-n$) երկբյուրեղային դիֆրակցիոն սխեմայով (նկ.8): Կվարցի միաբյուրեղները փնջի նկատմամբ կողմնորոշված են $\approx 6^{\circ}6'$ $\text{MoK}\alpha 1$ ճառագայթման համար Բրեգգի անկյան տակ ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթությունների նկատմամբ Լաուէ երկրաչափությամբ: Փնջի կոլիմացիան ընտրված է այնպես, որ ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթություններից անդրադառնա միայն $\text{MoK}\alpha 1$ ճառագայթումը: Ռենտգենյան փնջերի ինտենսիվության գրանցումը իրականացվել է բյուրեղից 20սմ հեռավորության վրա սցինտիլյացիոն դետեկտորով: Անդրադարձած փնջերի լայնական հաստություները առաջին ($\text{Ph}1$) և երկրորդ ($\text{Ph}2$) բյուրեղից 10սմ հեռավորության վրա գրանցվել է ռենտգենյան ժապավենի օգնությամբ երևակման միջոցով: Որպես նմուշներ օգտագործվել են տափօղակի տեսքով 1.7մմ հաստությամբ և 25մմ տրամագծով AT-կտրվածքի կվարցի միաբյուրեղներ: Բյուրեղներում ծավալային ակուստիկ ալիքները գրգռվել են միաժամանակ բարձր հանախային էլեկտրամագնիսական ալիքների գեներատորներից

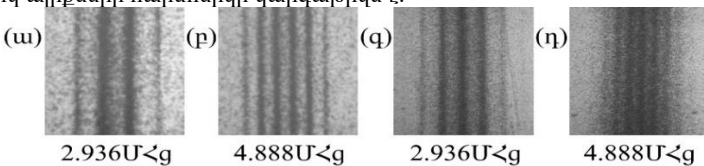
բյուրեղների կոնսակտներին տրվող $U < g$ -ային ազդանշանների միջոցով: Կվարցի միաբյուրեղներում միաժամանակ գրգռելով ակուստիկ ալիքներ $2.936U < g$ և $4.888U < g$ հաճախությամբ, որոնք համապատասխանում են 1.7 մ հաստությամբ AT -կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի ըստ հաստության ռեզոնանսային հաճախականության 3 -րդ և 5 -րդ հարմոնիկներին, ուսումնասիրվել են $(10\bar{1}1)$ ատոմական հարթություններից



ՆԿԱՐ 8. Փորձի սխեման:

անդրադարձած ռենտգենյան փնջի ինտենսիվության զգալի աճ (մինչև 6 անգամ) և լայնական հատույթում ինտենսիվության վերաբաշխում: Առաջին միաբյուրեղում որոշակի ամպլիտուդով $2.936U < g$ և $4.888U < g$ հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում դիտվում է անդրադարձած ռենտգենյան փնջի ինտենսիվության տարածական բաշխման մոդուլյացիա՝ փնջի լայնական հատույթում դիտվում են զույգ թվով ինտենսիվ գծեր: Միաբյուրեղում գրգռված ռեզոնանսային հաճախության 3 -րդ հարմոնիկի դեպքում դիտվում է 4 , իսկ 5 -րդ հարմոնիկի դեպքում 6 հատ ինտենսիվ գծեր (նկ.9 ա, բ), այսինքն մեկով ավել քան գրգռված ռեզոնանսային հաճախության հարմոնիկի կարգաթիվն է:

Միաժամանակ երկրորդ միաբյուրեղում նույն ռեզոնանսային հաճախությամբ, ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում անդրադարձած փնջի լայնական հատույթում ձևավորված մոդուլյացիոն գծերի քանակը, ոչ թե 1 -ով, այլ $n+1$ -ով է ավել ստացվում միաբյուրեղում գրգռված ռեզոնանսային հաճախության հարմոնիկի կարգաթիվից (նկ.9 գ, դ), որտեղ n -ը ռեզոնանսային հաճախությամբ գրգռված ակուստիկ ալիքների հարմոնիկի կարգաթիվն է:

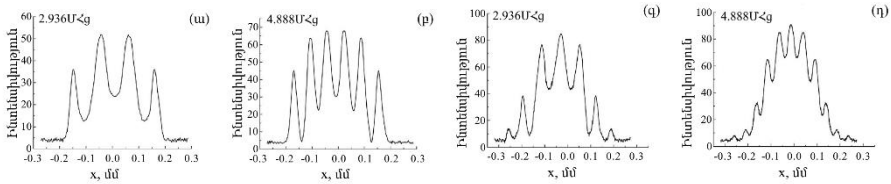


ՆԿԱՐ 9. Առաջին (ա,բ) և երկրորդ (գ,դ) բյուրեղներից 10 մ հեռավորության վրա անդրադարձած փնջերի սուպերրանսները միաժամանակ երկու բյուրեղներում ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում:

Նկ.10-ում բերված են անդրադարձած ռենտգենյան փնջերի լայնական հատույթներում ինտենսիվության բաշխումը առաջին միաբյուրեղից հետո (նկ.10, ա, բ) և երկրորդ միաբյուրեղից հետո (նկ.10, գ, դ):

Ինչպես երևում է նկ.9,ա,բ-ից և նկ.10,ա,բ-ից, առաջին միաբյուրեղից անդրադարձած ռենտգենյան փնջի լայնական հատույթում մոդուլյացիոն գծերը ստացվում են զույգ թվով, ինչը համապատասխանում է $m=n+1$ պայմանին, որտեղ n -ը ռեզոնանսային հաճախությամբ գրգռված ակուստիկ ալիքների հարմոնիկի կարգաթիվն է և կարող է ընդունել միայն կենտ արժեքներ: Այդ նկարներից երևում է, որ անդրադարձած ռենտգենյան փնջի լայնական հատույթի եզրերում առաջացած

գծերի ինտենսիվությունները զգալի (մոտ 2 անգամ) փոքր են մյուս գծերի ինտենսիվություններից, որոնց ինտենսիվությունները նույն կարգի են, անկախ գծերի քանակից: Մոդուլյացիոն գծերը ձևավորվում են բյուրեղում գրգռված կանգուն ակուստիկ ալիքների փնջվածքներից և որպես հետևանք դրանք տարածվում են միմյանցից $\Delta x = \lambda \sin \theta$ հեռավորությունների վրա, որտեղ λ -ն ակուստիկ ալիքի երկարությունն է, իսկ θ -ն ռենտգենյան ճառագայթների անդրադարձման Բրեգգի անկյունն է: Այսինքն՝ երբ առաջին բյուրեղի վրա Բրեգգի անկյան տակ ընկնում է նեղ կոլիմացված փունջ, ակուստիկ ալիքների առկայությունը բերում է նրան, որ երկրորդ բյուրեղի վրա ընկնում է միմյանցից Δx հեռավորության վրա (նկ.8), $n+1$ զուգահեռ նեղ ռենտգենյան փնջեր: Քանի որ, երկրորդ բյուրեղի հաստությունը հավասար է առաջին բյուրեղի հաստությանը և նրանում գրգռվում է նույն հաճախությամբ ակուստիկ ալիքներ, ապա $n+1$ զուգահեռ նեղ փնջերը երկրորդ բյուրեղից անդրադառնալու ժամանակ յուրաքանչյուրը պետք է բաժանվի $n+1$ փնջերի, որոնք միմյանցից նույնպես հեռացված են Δx հեռավորությամբ (նկ.8): Արդյունքում երկրորդ բյուրեղի վրա ընկած $n+1$ փնջերը (գծերը) անդրադառնալով AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների ընտանիքից ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում կառաջացնեն $2n+1$ փնջեր (n -ը հարմոնիկի կարգաթիվն է և ընդունում է միայն կենտ արժեքներ), որոնք միմյանցից առանձնացված կլինեն նույն Δx չափով: Պարզ է նաև, որ ամենամեծ ինտենսիվությունը կունենա կենտրոնական փունջը, իսկ ձախ և աջ փնջերի ինտենսիվությունները զնալով կնվազեն (նկ.8): Այսպիսով, առաջին անգամ ցույց է տրված, որ կոլիմացված ռենտգենյան փունջը կարելի է բաժանել տարբեր քանակությամբ կենտ թվով ռենտգենյան փնջերի: Ցույց է տրված, նաև որ դիֆրակցիայի Լաուե երկրաչափության երկբյուրեղ սխեմայի միջոցով, որպես դիֆրակտող միաբյուրեղներ օգտագործելով AT-կտրվածքով կվարցի միանման միաբյուրեղներ, կոլիմացված ռենտգենյան փունջը կարելի է բաժանել կամայական քանակությամբ զլոյգ թվով փնջերի, գրգռելով ռեզոնանսային հաճախության ակուստիկ ալիքների ըստ հաստության տարբեր հարմոնիկներ միայն մեկ միաբյուրեղում և կենտ թվով փնջերի՝ երկու միաբյուրեղներում միաժամանակ գրգռելով նույն ռեզոնանսային հաճախությամբ ակուստիկ ալիքներ:



ՆԿԱՐ 10. (ա,բ) առաջին և (գ,դ) երկրորդ միաբյուրեղներից 10 ան հեռավորության վրա անդրադարձած ռենտգենյան փնջերի լայնական հատույթներում ինտենսիվության բաշխումը ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում:

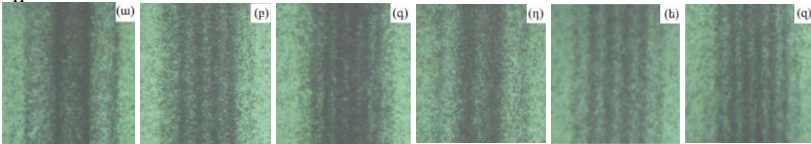
Չորրորդ գլխի երկրորդ պարագրաֆում փորձնականորեն հետազոտվել է X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}$ 1) անդրադարձող ատոմական հարթություններին ուղղահայաց կիրառված ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում նախապես AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում տարբեր հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում ստացված մոդուլյացված ռենտգենյան փնջերը տարածման ուղղությունից անդրադարձման ուղղություն վերամղման երևույթը:

Փորձարարական հետազոտությունները իրականացվել են ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի երկբյուրեղ Լաուե երկրաչափությամբ (n ; $-n$) դիֆրակցիոն սխեմայով: Բյուրեղներից առաջինը իրենից ներկայացրել է AT-

կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղական թիթեղ, որում գրգռվել է ծավալային ակուստիկական ալիքներ մոդուլացված փնջերի ձևավորման նպատակով, իսկ երկրորդ բյուրեղը՝ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղական թիթեղ, որում ինդուկցվել է ջերմային գրադիենտ մոդուլացված փնջերի լրիվ վերամղման երևույթի հետազոտման նպատակով: Երկու միաբյուրեղներն էլ կողմնորոշված են եղել $MoK\alpha_1$ ճառագայթման համար Բրեգգի անկյան տակ ($10\bar{1}1$) անդրադարձնող ատոմական հարթությունների նկատմամբ: Ռենտգենյան փնջի ինտենսիվության գրանցումը իրականացվել է երկրորդ բյուրեղից 20սմ հեռավորության վրա տեղադրված բյուրեղ-սցինտիլյացիոնային դետեկտորի օգնությամբ: Առաջին և երկրորդ միաբյուրեղներից անդրադարձած ռենտգենյան փնջերի լայնական հատույթները ուսումնասիրվել են այդ բյուրեղից 10սմ հեռավորության վրա տեղադրված համապատասխանաբար (Ph1) և (Ph2) ռենտգենյան ժապավենների միջոցով: Բյուրեղում ծավալային ակուստիկական ալիքների գրգռումը իրականացվել է էլեկտրամագնիսական ալիքների գեներատորի օգնությամբ, որը միացված է եղել բյուրեղի արծաթյա կոնտակտներին: Որպես երկրորդ բյուրեղ օգտագործվել է ուղղանկյուն տեսքով $2.4 \times 2.9 \text{ սմ}^2$ չափսերով և 2մմ հաստությամբ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղական թիթեղ, որում տաքացուցիչի օգնությամբ ստեղծվել է ջերմային գրադիենտ: Դիտարկվել է անդրադարձում Լաուե այնպիսի երկրաչափությունում, որում ջերմային գրադիենտի և դիֆրակցիայի վեկտորները հակազուգահեռ են:

Նկ.11 ա, բ, գ-ում բերված են առաջին միաբյուրեղից 10սմ հեռավորության վրա անդրադարձման ուղղությամբ ստացված մոդուլացված ռենտգենյան փնջերի տոպոգրամները, երբ միաբյուրեղում գրգռված է 2.936Վգ , 4.888Վգ կամ 6.843Վգ հաճախությամբ ակուստիկ ալիքներ:

Նկ.11 դ, ե և գ-ում բերված են երկրորդ միաբյուրեղից անդրադարձման ուղղությամբ վերամղված մոդուլացված ռենտգենյան փնջերի տոպոգրամները 10սմ հեռավորության վրա, երբ երկրորդ միաբյուրեղում ստեղծված է $150\text{ }^\circ\text{C/սմ}$ ջերմային գրադիենտ:



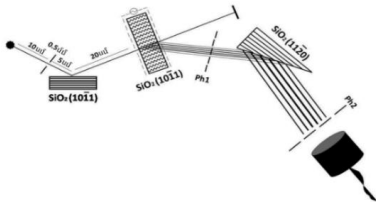
ՆԿԱՐ 11. ա, բ, գ) բերված են առաջին միաբյուրեղում 2.936Վգ , 4.888Վգ և 6.843Վգ հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում ձևավորված մոդուլացված ռենտգենյան փնջերի տոպոգրաֆիկ պատկերները, իսկ դ, ե, գ)-ում երկրորդ միաբյուրեղում $150\text{ }^\circ\text{C/սմ}$ ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում վերամղված մոդուլացված ռենտգենյան փնջերի տոպոգրաֆիկ պատկերները:

Ինչպես ցույց էր տրվել նախորդ պարագրաֆում, AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում անդրադարձած ռենտգենյան փնջի տարածական մոդուլացիայի արդյունքում սկզբնական ռենտգենյան փունջը տրոհվում է $m=n+1$ կամ $m=2n+1$ թվով փնջերի: Մասնավորապես՝ AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում 4.888Վգ հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում այդ փնջերը միմյանցից $\Delta x \approx 80\text{ մկմ}$ հեռավորությունների վրա գուգահեռ տարածվելով, ընկնում են երկրորդ միաբյուրեղի վրա, որից անդրադառնալուց հետո այդ փնջերը անդրադարձման ուղղությամբ միմյանց որոշակի չափով վերածածկում են՝ դիֆրակցիայի տիրույթի նկատմամբ միմյանց միջև հեռավորության փոքրության պատճառով: Երբ երկրորդ միաբյուրեղի ($10\bar{1}1$) ատոմական հարթությունների ընտանիքին ուղղահայած կիրառում ենք

չերմային գրադիենտ դիտվում է անդրադարձած փնջի ինտենսիվության մեծացում, իսկ գրադիենտի արժեքի մեծացմանը զուգահեռ դիտվում է անդրադարձած փնջում առանձին փնջերի հստակության և ինտեգրալ ինտենսիվության մեծացում:

Ինչպես հայտնի է [Мирзоян В.К., Нораян С.Н., Кочарян В.Р., // Известия НАН Армения, Физика, Т.40, N1, 2005, с.53-58.], X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների ընտանիքին ուղղահայած կիրառված չերմային գրադիենտը բերում է այդ ատոմական հարթությունների կրացման, իսկ գրադիենտի մեծացումը բերում է ճկման շառավղի նվազման: Արդյունքում չերմային գրադիենտի արժեքի մեծացմանը զուգընթաց միաբյուրեղի մուտքի մակերևույթին (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունների նկատմամբ անկման անկյունը դառնում է ավելի ու ավելի փոքր քան Բրեգգի ճշգրիտ անկյունն է: Միաբյուրեղի կենտրոնական մասում չի փոխվում, իսկ ելքի մակերևույթին դառնում է ավելի ու ավելի մեծ քան Բրեգգի ճշգրիտ անկյունն է: Արդյունքում դիֆրակցիոն դաշտը ձևավորվում է միաբյուրեղի կենտրոնական հատվածի նեղ տիրույթից և որպես հետևանք չերմային գրադիենտի որոշակի արժեքի (150 °C/սմ) դեպքում ձևավորվում են փնջեր առանց վերածածկման և տեղի է ունենում մուդուլացված փնջերի վերամղում անդրադարձման ուղղությամբ, փնջի լայնական կտրվածքում իր սկզբնական տեսքի պահպանմամբ:

Չորրորդ գլխի երրորդ պարագրաֆում բերված են հետազոտությունների փորձարարական արդյունքները նվիրված AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում ծավալային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում ռենտգենյան փնջերի տարածական մոդուլյացիայի արդյունքում ստացված կամայական քանակությամբ զուգահեռ ռենտգենյան փնջերի հեռավորությունները լայն տիրույթում կառավարելու հնարավորությանը:

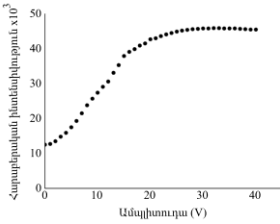


ՆԿԱՐ. 12. Փորձի սխեման:

Նախապես ստացված զուգահեռ ռենտգենյան փնջերի հեռավորությունը լայն տիրույթում կառավարելու նպատակով օգտագործվել է եռաբյուրեղ դիֆրակցիոն սխեմա (նկ.12): Մեծ լուծողությամբ պատկերների ստացման և դիսպերսիան երկրորդ միաբյուրեղից հետո ստացված մոդուլացված փնջում բացատելու համար, որպես առաջին բյուրեղ-մոնոքրոմատոր օգտագործել ենք Բրեգգ երկրաչափությամբ կվարցի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական

հարթությունների ընտանիքից անդրադարձած MoK α , ռենտգենյան ճառագայթումը:

Երկրորդ՝ AT-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի (10 $\bar{1}$ 1) ատոմական հարթությունները կողմնորոշվել են Բրեգգի անկյան տակ MoK α , ռենտգենյան փնջի նկատմամբ անդրադարձման Լաուէ երկրաչափությամբ: Երկրորդ միաբյուրեղում գրգռելով 2.979ՄՀգ, 4.890ՄՀգ, 6.933ՄՀգ և 8.836 ՄՀգ հաճախություններով ծավալային ակուստիկ ալիքներ առաջին բյուրեղ-մոնոքրոմատորից հետո ստացված ռենտգենյան փունջը բաժանվել է համապատասխանաբար 4, 6, 8 և 12 զուգահեռ փնջերի: Ստացված զուգահեռ մոնոքրոմատիկ ռենտգենյան փնջերը, որոնց միջև հեռավորությունը կազմել է $\Delta x \approx 130$ մկմ, 80մկմ, 55մկմ և 40մկմ երկրորդ միաբյուրեղում համապատասխանաբար 2.979ՄՀգ, 4.890ՄՀգ, 6.933ՄՀգ և 8.836ՄՀգ հաճախություններով ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում, ընկել են Բրեգգ երկրաչափությամբ տեղադրված երրորդ՝ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղի վրա, որը այդ փնջերի նկատմամբ կողմնորոշվել է Բրեգգի անկյան տակ (11 $\bar{2}$ 0) ատոմական հարթությունների նկատմամբ:

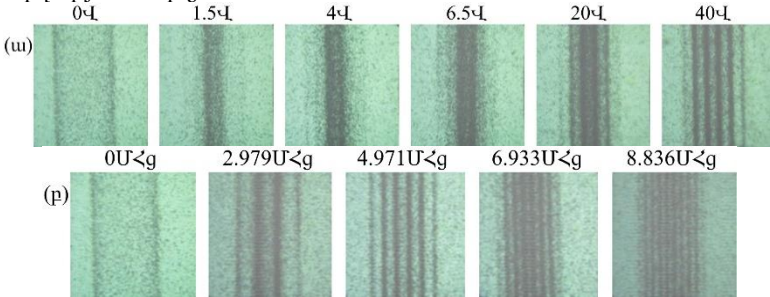


ՆԿԱՐ 13. Երկրորդ միաբյուրեղից անդրադարձած ռենտգենյան փնջի ինտենսիվության կախումը միաբյուրեղին տրվող ազդանշանի ամպլիտուդից:

Միջփնջային հեռավորության (մինչև մի քանի մմ) լայն տիրույթում կառավարման նպատակով երրորդ միաբյուրեղի (1120) ատոմական հարթություններից կիրառվել է բրեզգյան ասիմետրիկ դիֆրակցիան (ասիմետրիկության գործակիցը $b = \gamma_0 / \gamma_h \approx 20$, որտեղ γ_0 և γ_h անկման և անդրադարձման ուղղությունների ուղղորդ կոսինուսներն են: Անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթների ինտեգրալ ինտենսիվությունը գրանցվել է *NaI(Tl)* սցինտիլյատորային բյուրեղ-բազմապատկիչային դետեկտորով:

Նկ.13-ում բերված է երկրորդ միաբյուրեղից անդրադարձած ռենտգենյան փնջի ինտեգրալ ինտենսիվությունը կախված միաբյուրեղում գրգռված 4.890ՄՀ-ց հաճախությամբ ակուստիկ

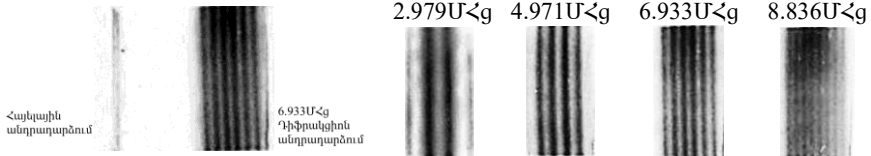
ալիքների ամպլիտուդից: Նկ.16-ում բերված են երկրորդ միաբյուրեղից անդրադարձած փնջի տոպոգրամները 4.890ՄՀ-ց հաճախությամբ գրգռված ակուստիկ ալիքների տարբեր ամպլիտուդների դեպքում: Նկ.13-ում բերված կորից երևում է, որ ակուստիկ ալիքների ամպլիտուդի մեծացմանը զուգահեռ ավելանում է անդրադարձած փնջի ինտենսիվությունը, որը ինչպես հայտնի է կվարցի միաբյուրեղի (1011) անդրադարձնող ատոմական հարթությունների կորացման արդյունք է: Ակուստիկ ալիքների ամպլիտուդի որոշակի արժեքի դեպքում ինտենսիվությունը հասնում է իր առավելագույն արժեքին: Ակուստիկ ալիքների ամպլիտուդի հետագա մեծացումը բերում է նրան, որ կանգուն ալիքների հանգույցներում խախտվում է Բրեզգի պայմանը, իսկ փնջվածքներից շարունակում են ձևավորվել անդրադարձած միմյանց զուգահեռ ինտենսիվ ռենտգենյան փնջեր (20Վ), արդյունքում դիտվում է ինտենսիվության հազեցում:



ՆԿԱՐ 14. ա) Երկրորդ միաբյուրեղում 4.890ՄՀ-ց հաճախությամբ գրգռված ակուստիկ ալիքների դեպքում անդրադարձած փնջի տոպոգրաֆիկ պատկերները տարբեր ամպլիտուդների դեպքում: ք) տոպոգրաֆիկ պատկերները տարբեր հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների դեպքում (գեներատորից տրվող ազդանշանի լարումը =40Վ):

Ակուստիկ ալիքների ամպլիտուդի հետագա մեծացմանը զուգահեռ ինտենսիվ ռենտգենյան փնջերը ձևավորվում են փնջվածքների ավելի ու ավելի նեղ տիրույթներից, որի արդյունքում տարածական մոդուլացված ռենտգենյան փունջը՝ ձևավորված զուգահեռ ռենտգենյան փնջերը, որոնց քանակը հավասար է միաբյուրեղում գրգռված կանգուն ակուստիկ ալիքի փնջվածքների թվին, դառնում են ավելի ու ավելի հստակ (40Վ): Ավանդը ավելի պատկերավոր է երևում միաբյուրեղում ակուստիկ ալիքների

ամալլիտուդի տարբեր արժեքների դեպքում նկ.14 (ա)-ում բերված անդրադարձած փնջի լայնական կտրվածքների երևակման պատկերներից: Ամալլիտուդի հետագա մեծացումը բերում է ձևավորված փնջերում ինտենսիվության անկման ի հաշիվ փնջվածքներում ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիայի տիրույթի փոքրացմանը էքստինկցիոն երկարությունից, այսինքն դեր են խաղում կինեմատիկ ցրման էֆեկտները՝ ինտենսիվությունը ուղիղ համեմատական է դառնում ակուստիկ ալիքների փնջվածքներից անդրադարձած փնջի ձևավորման տիրույթի չափերին:



ՆԿԱՐ 15. Երրորդ ասիմետրիկ միաբյուրեղից հետո միաժամանակ հայելային և դիֆրակցիոն անդրադարձած ռենտգենյան փնջերի տուպոգրաֆիկ պատկերները և միայն անդրադարձած ռենտգենյան փնջի տուպոգրաֆիկ պատկերները տարբեր հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների դեպքում (գեներատորից տրվող ազդանշանի լարումը =40Վ):

Նկ.14 բ)-ում բերված են երկրորդ միաբյուրեղից անդրադարձած ռենտգենյան փնջի լայնական կտրվածքի երևակված պատկերները, երբ նրանում գրգռվել են ակուստիկ ալիքներ 2.979ՄՀգ, 4.890ՄՀգ, 6.933ՄՀգ և 8.836ՄՀգ հաճախություններով:

Նկ.15-ում բերված են երրորդ կվարցի ասիմետրիկ միաբյուրեղից անդրադարձած ռենտգենյան փնջի լայնական կտրվածքում ինտենսիվության բաշխումը, երբ այդ բյուրեղի վրա ընկել է տարբեր հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում երկրորդ միաբյուրեղից ձևավորված զուգահեռ ռենտգենյան փնջեր: Ինչպես երևում է այդ նկարներից երկրորդ միաբյուրեղից ձևավորված զուգահեռ ռենտգենյան փնջերը ընկնելով երրորդ միաբյուրեղի վրա, որը այդ փնջերի նկատմամբ նախապես կողմնորոշվել էր Բրեգգի անկյան տակ (1120) ատոմական հարթությունների նկատմամբ, ասիմետրիկ անդրադարձման արդյունքում փնջերի միջև հեռավորությունը մեծանում է ավելի քան 20 անգամ: Խոշորացումը ավելի ակնհայտ է երևում նկ.15-ի առաջին նկարից՝ երրորդ միաբյուրեղի վրա ընկնող մոդուլացված փնջի լայնությունը, որը նույնն է մնում հայելային անդրադարձման ժամանակ, բազմակի անգամ մեծացել է դիֆրակցված անդրադարձած ռենտգենյան փնջի համար:

Եզրակացությունում ձևակերպված է ստենախոսության հիմնական արդյունքները՝

- Առաջին անգամ հետազոտվել է կվարցի միաբյուրեղում ՄՀգ-ային ակուստիկ ալիքների առկայության պայմաններում դիֆրակցված սինքրոտրոնային փնջի ուժեղացման երևույթի ժամանակային բնութագրերը՝ ռենտգենյան փնջերի պարամետրերի արագ կառավարման օպտիկական տարրերի օգտագործման նպատակով ռեզոնատորներում տատանումների առաջացման պրոցեսի (բնութագրական ժամանակների) արագագործության գնահատման համար, ցույց է տրվել, որ այդ պրոցեսի տևողությունը մոտավորապես 1 մվ կարգի է, ընդ որում այդ ժամանակը կախված չէ օգտագործված փորձարարական սարքավորումների առանձնահատկությունների հետ:
- Ցույց է տրվել, որ Լաուե երկրաչափությամբ կողմնորոշված X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղում որոշակի ջերմային գրադիենտի առկայության պայմաններում հնարավոր է քարձր արդյունավետությամբ, մեծ անկյունային և էներգետիկ լայնությամբ մինչև 100 կԷՎ էներգիայով կոշտ ռենտգենյան ճառագայթների փունջը լրիվ վերամղել անկման ուղղությունից դեպի անդրադարձման ուղղություն, կախված միաբյուրեղում ստեղծված ջերմային գրադիենտի մեծությունից ստացվել են

անդրադարձած փնջի ինտենսիվության մի-քանի տասնյակ անգամ ուժեղացում: Ցույց է տրվել նաև, որ հնարավոր է ստանալ կոշտ ռենտգենյան ճառագայթների տիրույթում կառավարվող պարամետրերով մեծ լուսաուժով ֆիլտրեր:

- Առաջին անգամ ցույց է տրվել, որ X-կտրվածքով կվարցի միաբյուրեղին կիրառված ջերմային գրադիենտի արդյունքում կախված տաքացուցիչի դիրքից և ձևից հնարավոր է ստանալ (10¹¹) ատոմական հարթությունների երկչափ ճկում և ապահովել այդ ատոմական հարթություններից անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման համար երկչափ ֆոկուսացման հնարավորություն: Ցույց է տրվել նաև, որ այդ պայմաններում անդրադարձած ռենտգենյան ճառագայթման ինտեգրալ ինտենսիվությունը մեծանում է մի քանի կարգով և ֆոկուսը դառնում է ավելի հստակ:
- Առաջին անգամ ցույց է տրված, որ առաջնային ռենտգենյան փունջը մոդուլյացիայի արդյունքում կարելի է բաժանել կամայական քանակությամբ կենտ թվով գուգահեռ ռենտգենյան փնջերի: Ցույց է տրված, նաև որ դիֆրակցիայի Լաուէ երկրաչափության երկբյուրեղ սխեմայի միջոցով, որպես դիֆրակտող միաբյուրեղներ օգտագործելով AT-կտրվածքով կվարցի միանման միաբյուրեղներ, կոլիմացված ռենտգենյան փունջը կարելի է բաժանել կամայական քանակությամբ ռենտգենյան փնջերի՝ գույգ թվով փնջերի, գրգռելով ըստ միաբյուրեղի հաստության ռեզոնանսային հաճախությամբ ակուստիկ ալիքների տարբեր հարմոնիկներ միայն մեկ միաբյուրեղում, իսկ կենտ թվով փնջերի՝ գրգռելով նույն ռեզոնանսային հաճախությամբ ակուստիկ ալիքներ երկու միաբյուրեղներում միաժամանակ:
- Իրականացվել են սկզբնական ռենտգենյան փնջի մոդուլյացիայի արդյունքում ստացված նախապես ընտրված քանակով գուգահեռ փնջերի, ինչպես լայն տիրույթում (մի քանի տասնյակ միկրոմետրից մի քանի միլիմետր) միջփնջային հեռավորությունների կառավարում, այնպես էլ այդ փնջերի լրիվ վերամղում մի ուղղությունից մեկ այլ ուղղություն, պահպանելով ինտենսիվության տարածական բաշխման սկզբնական տեսքը:

Անենսխոտության թեմայով հիմնական արդյունքները հրատարակված են հետևյալ աշխատություններում.

Հոդվածներ գրախոսվող ամսագրերում՝

1. T. R. Muradyan, R. V. Amiraghyan, S. H. Khlopuzyan, A. R. Wagner, V. R. Kocharyan. Modulation of the intensity of reflected x-rays and control of its parameters in the presence of volume acoustic waves. Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences), April 2015, Volume 50, Issue 2, pp.204-208, DOI10.3103/S1068337215020164.
2. V.R. Kocharyan, A.S. Gogolev, A.A. Kiziridi, A.V. Batranin, T.R. Muradyan. Hard X-ray Laue monochromator. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Volume 135, Number 1 (2016) 012018 doi:10.1088/1757-899X/135/1/012018.
3. A.R. Mkrtchyan, A.S. Bagdasaryan, V.R. Kocharyan, A.A. Kiziridi, T.R. Muradyan. Spatial modulation of X-rays in the presence of external acoustic field. Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences), October 2016, Volume 51, Issue 4, pp 386–390, DOI:10.3103/S1068337216040113.
4. A. R. Mkrtchyan, A. E. Blagov, V. R. Kocharyan, A. G. Kulikov, A. E. Movsisyan, T. R. Muradyan, A. V. Targonsky, Ya. A. Eliovich, A. N. Darinski, Yu. V. Pisarevski, M. V. Kovalchuk. Distribution of Deformations in the Oscillating X-Ray Acoustic Element Based on the X-Cut Quartz Crystal. Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences). April 2019, Volume 54, Issue 2, pp 210–218, <https://doi.org/10.3103/S1068337219020142>.

5. A. E. Blagov, V. R. Kocharyan, A. E. Movsisyan, T. R. Muradyan, A. V. Targonsky, Ya. A. Eliovich, Yu. V. Pisarevsky, A. Yu. Seregin, V. A. Korzhov, M. V. Kovalchuk // Study of the Peculiarities of the Effect of Redistributing Intensity in the Excitation of Acoustic Waves in X-Cut Quartz Crystals by Using Synchrotron Radiation. / Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences), 2020, 55 (4), 376-382, <https://doi.org/10.3103/S1068337220040064>.
6. T.R. Muradyan. Diffraction of modulated x-ray beams from quartz crystal at the presence of temperature gradient. Armenian Journal of Physics, 2017, vol. 10, issue 3, pp.104-107. ISSN 1829-1171.
7. T.R. Muradyan, E.H. Bagdasaryan, S.M. Petrosyan, H.H. Samsonyan, L.R. Aloyan, A.V. Shahverdyan V.R. Kocharyan. Formation of Parallel X-ray Beams with Controllable Quantity and Distances. Armenian Journal of Physics, 2020, vol. 13, issue 3, pp.175-179. ISSN 1829-1171.

Գյուտի արտոնագիր՝

8. Վահան Քոչարյան, Տիգրան Մուրադյան, Ռուբեն Ամիրադյան // Ռենտգենյան ճառագայթման ուսվյալ /Հայաստանի Հանրապետություն/Հայաստանի Հանրապետության նախարար սեփականության գործակալություն, 3017 Ա, G02B3/00, 2016.

Գիտաժողովների նյութեր՝

9. Кочарян В.Р., Хлопузян С.Г., Мурадян Т.Р., Гоголев А.С.. Рентгеновские пучки с управляемым параметрам для рентгенодиагностики. Международная школа-конференция. // Ядерно-физические технологии в клинической и экспериментальной медицине: состояние, проблемы, перспективы, Томск 2013, стр. 21-23.
10. Т.Р. Мурадян, Р.В. Амирагян, А.Р. Вагнер, В.Р. Кочарян. Пространственная модуляция рентгеновского излучения и ее управление. Седьмой международный научный семинар и Пятая международная молодежная научная школа семинар «Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики». 24-29 августа 2015г., г. Великий Новгород, стр. 161-163.
11. A.S. Gogolev, A.A. Kiziridi, V.R. Kocharyan, V.V. Margaryan, T.R. Muradyan. Hard X-ray laue monochromator. VIII International Scientific Conference "Issues of Physics and Technology in Science, Industry and Medicine" 1–3 June 2016, Tomsk, Russia, pp 144-145.
12. В.Р. Кочарян, Т.Р. Мурадян. Модуляция рентгеновского излучения. Конференция «Рентгеновская оптика - 2016», 26-29 сентября 2016, г. Черногловка, стр. 50-52.
13. T.R. Muradyan, E.H. Bagdasaryan, S.M. Petrosyan, H.H. Samsonyan, V.R. Kocharyan. Parallel X-ray Beams with Controllable Quantity and Distances under the External Acoustic Fields in Quartz Crystals. International Conference on Electron, Positron, Neutron and X-ray Scattering under the External Influences. Proceedings 2019 part 1, 21-26 October 2019, Yerevan-Meghri, Armenia. ISBN 978-9939-1-1046-2, pp. 188-192.
14. T.R. Muradyan, V.Gh. Mirzoyan, E.H. Bagdasaryan, A.V. Shahverdyan, A.L. Margaryan, H.H. Simonyan. Full Pumping of Spatially Modulated X-ray Beams from A Quartz Single Crystal in The Presence of a Temperature Gradient. International Conference on Electron, Positron, Neutron and X-ray Scattering under the External Influences. Proceedings 2020 part 2, 21-26 October 2019, Yerevan-Meghri, Armenia. ISBN 978-9939-1-1098-1, pp. 121-125.

15. В.Р. Кочарян, А.Е. Мовсисян, Т.Р. Мурадян, А.С. Гоголев. Двумерная фокусировка отраженного рентгеновского излучения от монокристалла кварца при наличии внешнего температурного градиента. Девятый международный научный семинар и Седьмая международная молодежная научная школа-семинар «Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики». 01-11 июля 2020г., Москва, Санкт-Петербург, стр. 89-92.
16. Т.Р. Мурадян, В.Р. Кочарян, А.В. Таргонский, Э.Г. Багдасарян. Параллельные рентгеновские пучки с управляемым количеством и расстояниями между ними. Девятый международный научный семинар и Седьмая международная молодежная научная школа-семинар «Современные методы анализа дифракционных данных и актуальные проблемы рентгеновской оптики». 01-11 июля 2020г., Москва, Санкт-Петербург, стр. 99-101.

և տարրեր սիշագրային գիտաժողովներում ներկայացված թվով 8 թեզիսներում:

CONCLUSION

The main results of the dissertation are experimental and are following:

- It has been investigated for the first time in the presence of MHz acoustic waves in a quartz monocrystal the timing characteristics of a diffracted synchrotron beam amplification process, to evaluate the velocity of the oscillation process (characteristic times) in resonators for the use of optical elements for rapid control of X-ray beam parameters. It has been shown that the duration of this process is approximately 1 millisecond, moreover this time does not depend on the characteristics of the experimental equipment used.
- It has been shown that in a Laue geometrically oriented X-slice quartz monocrystal in the presence of a certain thermal gradient it is possible to completely redirect from the direction of decline to the direction of reflection of high efficiency, large angular, up to 100 kV energy-wide strong X-ray beam. Depending on the magnitude of the thermal gradient created in the monocrystal, the intensity of the reflected beam has been increased several tens of times. It has been shown that in the range of strong X-rays it is possible to obtain high-power filters with controllable parameters.
- It has been shown for the first time that as a result of the thermal gradient applied to X-slice quartz monocrystals, depending on the position and form factor of the heater, it is possible to obtain two-dimensional flexion of (10Å) atomic planes and provide two-dimensional focusing for X-ray radiation reflected from these atomic planes. It has been shown that the integral intensity of X-rays reflected under these conditions increases in several order and the focus becomes more clear.
- It has been shown for the first time that the primary X-ray beam can be divided into any odd number of parallel X-ray beams by modulation. It has been shown that using similar AT-slice quartz monocrystals as diffracting monocrystals through the two-crystal diffraction scheme of Laue geometry the collimated X-ray beam can be divided into any number of X-ray beams: into even number of beams by excitation of different harmonics of acoustic waves with resonant frequency according to the thickness of a single crystal in only one crystal, into odd number of beams by excitation acoustic waves with the same resonant frequency in two monocrystals simultaneously.
- For pre-selected number of parallel beams obtained as a result of initial X-ray beam modulation has been implemented inter-beam distance control in the wide range (from tens of mcm to several mm) as well as in the complete redirection of these beams from one direction to another, maintaining the original spatial distribution of intensity.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертации являются экспериментальными и заключаются в следующем:

- Впервые были исследованы временные характеристики усиления дифрагированного синхротронного пучка при наличии МГц-х акустических волн в монокристалле кварца с целью быстрого управления параметрами рентгеновских пучков с использованием оптических элементов. Для оценки быстродействия колебательного процесса (временная характеристика) в резонаторах, было показано, что продолжительность этого процесса составляет около 1 мкс и это время не зависит от особенности используемого экспериментального оборудования.
- Было показано, что в монокристалле кварца с X-срезом ориентированного по Лауэ геометрии при наличии в нем определенного температурного градиента возможно с высокой эффективностью, с большой угловой и энергетической шириной пучок жесткого рентгеновского излучения с энергией до 100кВ полностью перебросить от направления падения в направлении отражения. В зависимости от величины температурного градиента, получены усиления интенсивности отраженного пучка в несколько десятков раз. Также было показано, что возможно получить фильтры с большой светосилой с управляемыми параметрами в диапазоне жесткого рентгеновского излучения.
- Впервые показано, что в результате температурного градиента, приложенного к монокристаллам кварца с X-срезом, в зависимости от положения и формы нагревателя можно получить двумерный изгиб атомных плоскостей (1011) и обеспечить двумерную фокусировку отраженного рентгеновского излучения. Также показано, что интегральная интенсивность отраженного рентгеновского излучения в этих условиях увеличивается на несколько порядков и фокус становится более четким.
- Впервые показано, что первичный рентгеновский пучок в результате модуляции можно разделить на произвольное количество нечетных параллельных рентгеновских пучков. Было показано, так же, что с помощью двухкристальной схемы по дифракционной геометрии Лауэ, с использованием одинаковых монокристаллов кварца с АТ-срезом, коллимированный рентгеновский пучок можно разделить на произвольное количество рентгеновских пучков: на четное число пучков, возбуждая по толщине монокристалла резонансные частоты акустических волн разных гармоник только в одном монокристалле, а для получения пучков с нечетными числами возбуждая теми же резонансными частотами акустических волн в двух монокристаллах одновременно.
- Для заранее выбранного количества параллельных пучков, полученных в результате предварительной модуляции рентгеновского излучения, реализовано управление межпучковым расстоянием в широком диапазоне (от десятков микрометров до нескольких миллиметров), а также полное перенаправление этих пучков с сохранением исходного пространственного распределения интенсивности.