

**Ժ.Ռ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Ս.Ս. ՈՍԿԱՆՅԱՆ, Ե.Վ. ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ,
Մ.Ա. ԵՐԱՆՈՍՅԱՆ**

**ՊԱՀԱՆՋՎՈՂ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐՈՎ ԱԼՄԱՍՏԱՆՄԱՆ
ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ ԻՈՆՈՊԼԱԶՄԱՅԻՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅՈՎ**

Մշակվել է Al,Fe մետաղների, ինչպես նաև ապակու մակերևույթներին տարբեր բեկման ցուցիչով եռաշերտ ածխածնային թաղանթների նստեցման տեխնոլոգիա: Փոփոխելով իոնային աղբյուրի հզորությունը 40 վտ-ից մինչև 180 վտ, իսկ ազոտի քանակը խցիկում՝ 5%-ից մինչև 45%, նստեցվել է ադիեզիոն շերտ՝ $d=50$ նմ հաստությամբ, $n= 2,1$ բեկման ցուցիչով, որի վրա այնուհետև նստեցվել է ԻԿ տիրույթներում մեծ կլանում ունեցող $d=2,5$ մկմ հաստությամբ, $n=1,3$ բեկման ցուցիչով թաղանթ: Արտաքին պաշտպանիչ շերտը ունեցել է $d=1,5$ մկմ հաստություն և $n=1,9$ բեկման ցուցիչ: Այս կառուցվածքը նվազեցրել է մետաղի մակերեսից ԻԿ անդրադարձումը:

Առանցքյին բառեր. իոնապլազմային տեխնոլոգիա, ալմաստանման ածխածնային թաղանթ, եռաշերտ կառուցվածք, ադիեզիոն շերտ, պաշտպանիչ շերտ

Ներածություն. Ածխածնային ալմաստանման թաղանթների (ԱԱԹ) ստացման տեխնոլոգիաների կատարելագործումը և նրանց ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը գտնվում են տարբեր գիտական կենտրոնների հետազոտողների ուշադրության կենտրոնում: ԱԱԹ-ների յուրահատուկ հատկությունները՝ բարձր քիմիական կայունությունը, միջավայրի ազդեցությունների նկատմամբ, մեխանիկական կարծրությունը, լույսի սպեկտրի տեսանելի տիրույթում բարձր օպտիկական թափանցելիությունը, լայն տիրույթում փոփոխվող բեկման ցուցիչները, ինչպես մեկուսիչ, այնպես էլ մետաղական էլեկտրահաղորդականությամբ դրանք դարձնում են կիրառման տեսակետից հեռանկարային [1]:

Լույսի սպեկտրի տեսանելի տիրույթում մեծ թափանցելիությամբ ԱԱԹ-ի ստացման տեխնոլոգիան մշակվել և անընդհատ կատարելագործվել է [2]: Դրանց կիրառության հիմնական ոլորտներն են հեռահաղորդակցությունը, նանոֆոտոնիկան, արևային էներգետիկան, բժշկագիտությունը, ռազմական տարբեր բնագավառները և այլն: Հեռանկարային է նաև մոտակա և միջին ԻԿ տիրույթում մետաղների և ապակու մակերեսից ինչպես բարձր, այնպես էլ շատ ցածր անդրադարձում ապահովող ածխածնային թաղանթների ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը: Այս դեպքում մեծ նշանակություն է ստանում տվյալ հատկություններով և տվյալ տեսակի կլաստերային կառուցվածքի ստացումը: Մեծ է իոնային աղբյուրի պարամետրերի և գազային խառնուրդի ճիշտ ընտրությունը, որի արդյունքում

փոփոխվում է պլազմայի հոսքում իոնային և ատոմար տարբեր հիբրիդացված (sp, sp², sp³) վիճակներում գտնվող մասնիկների կոնցենտրացիան, որոնց ճիշտ ընտրությունը ազդում է տվյալ կլաստերային կառուցվածքի ձևավորման վրա [3]: Տվյալ հատկություններով կլաստերային կառուցվածքի առաջացման վրա հատկապես մեծ է մասնիկների կինետիկ էներգիայի ազդեցությունը: ԻԿ տիրույթում թաղանթային կառուցվածքի փոքր անդրադարձումը բարակ թաղանթի միջոցով պայմանավորված է հիմնականում կլաստերներում տվյալ ալիքի երկարությամբ էլեկտրամագնիսական ալիքների կլանմամբ:

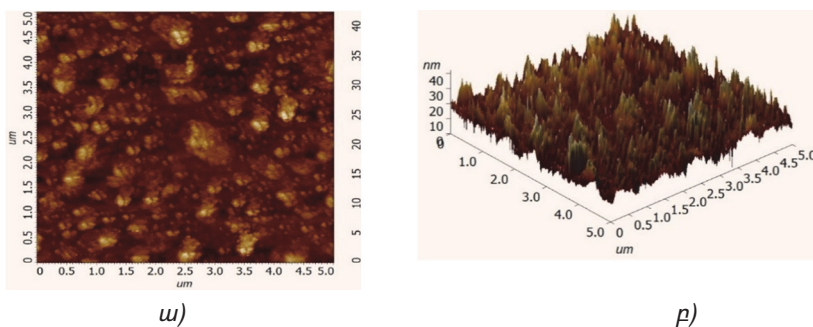
Աշխատանքի նպատակն է հաստատուն հոսանքի իոնային աղբյուրի միջոցով այլումինե, երկաթե հարթակների և ապակու մակերևույթին նստեցնելով ԱԱԹ ծածկույթներ, նվազեցնել անդրադարձումը մոտակա և միջին ԻԿ տիրույթներում:

Փորձնական մաս. Եռաշերտ ԱԱԹ կառուցվածք ստանալու նպատակով ձևավորվել է վակուումային սարքը: Մինչև 10^{-7} մմ.սնդ.սյուն ոչ յուղային վակուումի ստացման համար տեղադրվել են տուրբոմոլեկուլային վակուումային պոմպեր: Տեղադրվել են վակուումի, պլազմայի, գազային հոսքի պարամետրերը չափող և թաղանթի հաստությունը որոշող (микрон-7) սարքեր: Հաստատուն հոսանքի իոնային ՄИ-0,15 և մագնետրոնային Маг-5 աղբյուրները տեղադրվել են վակուումային սարքի կողային դիտապատուհաններում [2, 4]: Հարթակների վրա տարբեր բեկման ցուցիչով թաղանթներ ստացվել են իոնային աղբյուրի հզորության և $C_7H_8:N_2:Ar$ գազային խառնուրդում ազոտի քանակի փոփոխմամբ [5]: Իոնային աղբյուրի հզորությունը փոփոխվել է 40 Վտ-ից 180 Վտ, իսկ ազոտի քանակը գազային խառնուրդում փոփոխվել է 5%-ից մինչև 45%: Ադիեզիոն շերտը՝ $d=50-70$ նմ հաստությամբ, $n=2,1-2,3$ բեկման ցուցիչով, ապահովել է մետաղի մակերևույթին անհրաժեշտ ադիեզիա: Ադիեզիոն շերտի վրա նստեցվել է սպեկտրի մոտակա և միջին ԻԿ տիրույթներում մեծ կլանում ունեցող $d=1,5-2,5$ մկմ հաստությամբ, $n=1,3-1,45$ բեկման ցուցիչներով շերտ, որն ունեցել է փոքր մեխանիկական ամրություն (HV-450-600): Թաղանթային կառուցվածքին արտաքին ազդեցությունների նկատմամբ կայունություն հաղորդելու համար սինթեզվել է երրորդ՝ $d=0,3-0,4$ մկմ հաստությամբ, $n=1,9-2,1$ բեկման ցուցիչով թաղանթը:

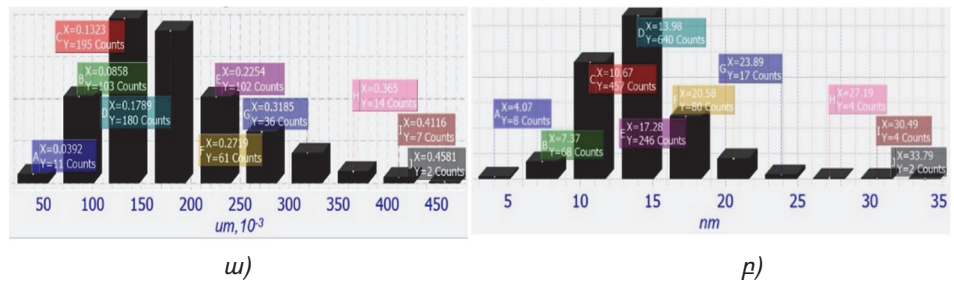
Արդյունքների քննարկում. Ստացված եռաշերտ ԱԱԹ թաղանթները լույսի սպեկտրի տարբեր տիրույթներում ունեցել են տարբեր օպտիկական պարամետրեր: Ածխածնային կառուցվածքները ԻԿ սպեկտրի որոշակի տիրույթներում կարող են ունենալ ոչ միայն մեծ թափանցելիություն կամ անդրադարձում, այլ նաև մեծ կլանում: ԱԱԹ ծածկույթով պատված մետաղի և ապակու մակերևույթներից սպեկտրի մոտակա (0,8 – 1,3 մկմ) և միջին (1,3 – 25 մկմ) ԻԿ տիրույթներում

փոքր անդրադարձում ապահովելու համար աճեցվել է մեծ կլանում ունեցող ԱԱԹ կառուցվածք: Ուսումնասիրվել է ԱԱԹ կառուցվածքի հիմնական առանձնահատկությունները, որոնց դեպքում տեղի է ունենում ԻԿ ճառագայթի մեծ կլանում սպեկտրի տվյալ տիրույթներում: Հայտնի է, որ այն մոլեկուլները, որոնք չունեն դիպոլային մոմենտ (օրինակ՝ H_2 , N_2 , O_2 , ինչպես նաև որոշ աղեր և մետաղներ), չեն կլանում մոտակա և միջին տիրույթների ԻԿ ճառագայթումը: Նկատի ունենալով այս հանգամանքը, վակուումային խցում նվազագույնի է հասցվել մնացորդային գազերի քանակը՝ բարձրացնելով նախնական վակուումի աստիճանը:

ԱԱԹ մակերևութային կառուցվածքների ԱՌԻՄ պատկերների հետազոտությամբ և ԻԿ սպեկտրադիտմամբ իրականացված ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս մշակել ղեկավարելի կառուցվածքային և օպտիկական պարամետրերով ԱԱԹ ստացման տեխնոլոգիա: Թաղանթների նանոկլաստերացումը և դրանց չափերի փոփոխությունը ղեկավարվում է տեխնոլոգիական պարամետրերի ընտրությամբ [6]: Ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ ԻԿ կլանման ինտենսիվությունն աճում է նանոկլաստերների միջին չափերի աճին զուգընթաց: Փոփոխելով իոնային աղբյուրի հզորությունը և գազային խառնուրդում ազոտի քանակը, ԱՌԻ մանրագնմամբ գնահատվել են այն նանոկլաստերային կառուցվածքների չափերը, որոնց դեպքում ԻԿ տիրույթում անդրադարձումը նվազում 50%-ով [7]: Նկ. 1-ում պատկերված են այդպիսի ԱԱԹ նանոկլաստերային մակերևութի ԱՌԻՄ երկչափ և եռաչափ պատկերները, որոնք ստացվել են իոնային աղբյուրի 120 Վտ հզորության դեպքում: Նկ. 2-ում բերված են այդ թաղանթների մակերևութային նանոկլաստերների բաշխումներն ըստ երկրաչափական չափերի: Ինչպես տեսնում ենք, նանոկլաստերների լայնական չափերը փոխվում են են 85-458 նմ տիրույթում (նկ. 2ա), ընդ որում՝ դրանց գերակշիռ մասը՝ ավելի քան 90%-ը, ունի 20-318 նմ չափեր, դրանց բարձրությունները կազմում են 4-34 նմ (նկ. 2բ), որոնց գերակշիռ մասն ունի 7-24 նմ բարձրություն:

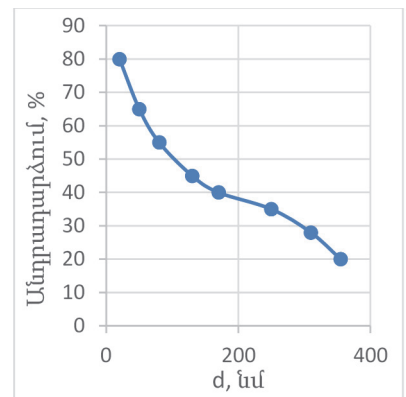
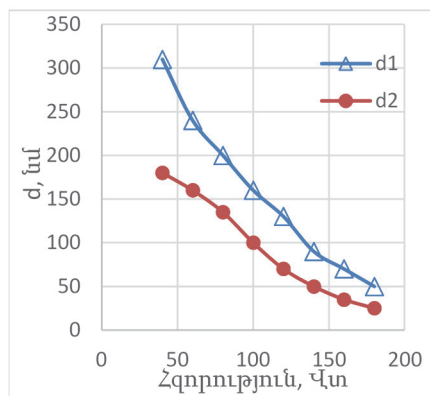


Նկ. 1. ԱԱԹ նանոկլաստերային մակերևութի ԱՌԻՄ (ա) 2D և (բ) 3D պատկերները իոնային աղբյուրի 120 Վտ հզորության դեպքում



Նկ. 2. ԱԱԹ մակերևութային նանոկլաստերների բաշխումն ըստ (ա) ըստ լայանկան չափերի և (բ) ըստ բարձրությունների

Նկ. 3-ում պատկերված է սինթեզված թաղանթի կառուցվածքներում կլաստերների չափերի փոփոխության կախվածությունը իոնային աղբյուրի հզորությունից (ա) և գազային խառնուրդում ազոտի բաղադրությունից (բ): Նյութի կառուցվածքը որոշելու համար կիրառվել է նաև ԻԿ սպեկտրոսկոպիայի մեթոդը: Այս մեթոդը տեղեկություն է տալիս մեծ դիպոլային մոմենտով (C-H, C=O) ֆունկցիոնալ խմբերի և բևեռացվող խմբերի մասին, որոնք կազմված են հիմնականում (C-C, C=C) մակրոմոլեկուլներից: Հաշվի առնելով այս հանգամանքը, ԱԱԹ-ի տեխնոլոգիայի մշակման ժամանակ մեծացնելով իոնային աղբյուրի հզորությունը՝ փոփոխվել է պլազմային հոսքում իոնացված մասնիկների և ջրածնի քանակը, աճեցվել են C-H, C-C, C=C կապերով կլաստերների քանակը և չափերը կառուցվածքներում:



Նկ. 3. Կլաստերների չափերի փոփոխության կախվածությունը գազային խառնուրդում 10% (d1) և 40% (d2) ազոտի քանակի դեպքում (ա) և ԻԿ փրիություն անդրադարձման գործակցի կախվածությունը կլաստերների չափերից (բ)

Ադիեզիոն շերտի վրա գրաֆիտե թիրախի ռեակտիվ մագնետրոնային փոշեցրմամբ նստեցվել են նաև ԻԿ տիրույթում մեծ կլանում ունեցող մինչև 3 մկմ հաստությամբ ԱԱԹ: Տվյալ թաղանթներում կլաստերների չափերը զգալիորեն մեծացվել են, սակայն անդրադարձումը ԻԿ սպեկտրալ տիրույթում, համեմատած իոնային աղբյուրով ստացված թաղանթների, էապես չի փոխվել: Այս դեպքում կլաստերների չափերի փոփոխությունը կառուցվածքում հավանաբար պայմանավորված է ներդրված ազոտի քանակի աճով, որը, ինչպես հայտնի է, հանգեցնում է ԻԿ տրույթում կլանման աճի: Մշակված տեխնոլոգիան հնարավորություն է տվել Al-ի և Fe-ի հարթակների մակերևույթներին ստանալ ԱԱԹ ծածկույթներ, որոնց անդրադարձումը մետաղի մակերեսից 2,5-25 մկմ ԻԿ սպեկտրալ տիրույթում նվազել է 50%-ով: Աղյուսակում բերված են իոնային աղբյուրով երեք տարբեր շերտերի ստացման հիմնական տեխնոլոգիական պարամետրերի փոփոխման տիրույթները և ստացված թաղանթների որոշ բնութագրեր:

Աղյուսակ

N	W Վտ	P % C ₇ H ₈ :N ₂ :Ar	n	d մկմ	HV կգու/մմ ²
1-շերտ	120-140	10:5:85	2,1-2,3	0,05-0,07	-----
2-շերտ	40-60	30:10:20	1,2-1,5	1,5-2,58	450-600
3-շերտ	160-180	10:5:85	1,9-2,1	0,8-1,5	2500-3000

Եռաշերտ կառուցվածքի թափանցելիությունը տեսանելի տիրույթում որոշելու համար չափվել են ապակու մակերևույթին աճեցված թաղանթների թափանցելիությունները սպեկտրի 0,2-1,1 մկմ տիրույթում, որը կազմել է 60-65%: Մետաղների մակերևույթից ԻԿ տիրույթում անդրադարձման արժեքը մինչև 3-5% նվազեցնելու խնդրի լուծումը համընկնում է ԻԿ տիրույթում կլանող ԱԱԹ-ի հաստության մեծացմանը, որը պետք է մեծ լինի 5 մկմ-ից:

Եզրակացություն.

1. Մշակվել է Al-ի, Fe-ի և ապակու մակերևույթներին բարձր ադիեզիա ունեցող եռաշերտ ածխածնային թաղանթների ստացման տեխնոլոգիա:
2. Պատրաստված թաղանթային կառուցվածքը հնարավորություն է տվել մոտ 50%-ով նվազեցնել մոտակա և միջին ԻԿ տիրույթում մետաղների և ապակու մակերևույթներից անդրադարձումները:
3. Նախանշվել են տեխնոլոգիական ուղիները՝ եռաշերտ ածխածնային թաղանթի հաստության մեծացմամբ ԻԿ սպեկտրալ տիրույթում անդրադարձման գործակցի հետագա նվազեցման համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Panosyan Zh., Voskanyan S., Yengibaryan Ye., Stepanyan A.** DLC film growth on the surface of monocrystalline Si and α -Al₂O₃ with the usage of ion source // Proc. of 7th Appl. Diamond Conf./3th Frontier Carbon Technology Joint Conf.- Tsukuba, Ibaraki, Japan, 2003.-P. 334-339.
2. **Panosyan Zh.R.** Preparation and Investigation of Diamond-Like Carbon Nanostructured Films // American Journal of Nano Research and Applications.- 2017.- 5(3-1).-P. 60-63.
3. Однофононные рамановские спектры углерода в композитных пленках, полученных модифицированием аморфного гидрированного углерода медью и кобальтом/ **Э.А. Сморгонская, Т.К. Звонарева, Е.И. Иванова** и др. // ФТТ.-2003. - Т.- 45, В. 9.- С.121-135.
4. ՀՀ Արտոնագիր, N 2130 A2. Ամաստանման ածխածնային թաղանթով պոլիմերների պատման եղանակ/ **Ճ. Փանոսյան, Ս. Սուկանյան**.- 25.08.2008:
5. **Паносян Ж.Р., Дарбасян А.Т., Восканян С.С., Енгибарян Е.В.** О методах получения прозрачных проводящих алмазоподобных углеродных пленок и о механизмах формирования в них проводимости // Известия НАН Армения. Физика.- 2014.-Т.49, N6.-С.425-433.
6. **Gharibyan A., Hayrapetyan D., Panosyan Zh., Yengibaryan Ye.** Preparation of wide range refractive index diamond-like carbon films by means of plasma-enhanced chemical vapor deposition //Applied Optics.-2011.-V. 50, issue 31.-P. G69-G73.
7. Low Resistive Diamond Like Carbon Film Development Technique/ **Zh.R. Panosyan, A.T. Darbasyan, V.A. Meliksetyan, S.S. Voskanyan, et al** // Thin Solid Films.- 2009.- 517.- P. 5404-5408.

**Ж.Р. ПАНОСЯН, С.С. ВОСКАНИЯН, Е.В. ЕНГИБАРЯН,
М.А. ЕРАНОСЯН**

ПОЛУЧЕНИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК С ТРЕБУЕМЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОНОПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Разработана технология нанесения трехслойной углеродной пленки с различными показателями преломления на металлы Al, Fe, а также на стеклянные поверхности. Нанесен адгезионный слой толщиной $d=50$ нм и коэффициентом преломления $n=2,1$ путем изменения мощности источника ионов в пределах 40...180 Вт и концентрации содержания азота в камере - 5...45%. Затем на адгезионный слой наносился слой с большим коэффициентом поглощения в инфракрасной (ИК) области с толщиной $d=2,5$ мкм и коэффициентом преломления $n=1,3$. Внешний защитный слой имел толщину $d = 1,5$ мкм и показатель преломления $n=1,9$. Данная структура снизила коэффициент ИК отражения на 50% от поверхности металла.

Ключевые слова: ионоплазменная технология, алмазоподобная углеродная пленка, трехслойная структура, адгезионный слой, защитный слой.

Zh.R. PANOSYAN, S.S. VOSKANYAN, Ye.V. YENGIBARYAN,
M.A. YERANOSYAN

PRODUCTION OF DIAMOND-LIKE CARBON FILMS WITH REQUIRED OPTICAL PROPERTIES USING ION PLASMA

A technology has been developed for applying a three-layer carbon film with various refractive indexes on the metals Al, Fe, as well as on glass surfaces. An adhesive layer was applied with a thickness of $d = 50$ nm and a refractive index of $n = 2.1$ by varying the power of the ion source from 40-180 W, while the concentration of nitrogen in the chamber was 5% -45%. After that, a layer with a high absorption coefficient in the IR region with a thickness of $d = 2.5$ μm and a refractive index of $n = 1.3$ was deposited on the adhesive layer. The outer protective layer had a thickness $d = 1.5$ μm and a refractive index $n = 1.9$. This structure reduced the IR reflection coefficient by 50% of the metal surface.

Keywords: ion-plasma technology, carbon layer, three-layer structure, adhesive layer, protective layer.

ՀՏԴ 621.38

ժ.Ռ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Ս.Տ. ՄԱՅԻԼՅԱՆ, Ե.Վ. ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ,
Ս.Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՆԱՆՈՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆԸ ՇՓԱԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐՈՒՄ

Շփումով ստացվող ածխածնային և մետաղական (Au, Ag, Cu, Al) շփակառույցների օպտիկական կլանման հետազոտության և ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության արդյունքների համեմատությամբ ցույց է տրվել, որ շփակառույցներում ձևավորվում է կարգավորված տարածական ցանցով նամոմետրական հաստության տիրույթներ:

Առանցքային բառեր. շփագիտություն, ածխածնային թաղանթ, մետաղական թաղանթ, ռենտգենակառուցվածքային վերլուծություն:

Ներածություն. Էլեկտրոնային սարքերի չափերի փոքրացումը՝ մինչև նանոմետրական չափեր, բնականորեն առաջադրում են տեխնոլոգիական և հետազոտական մի շարք խնդիրներ: Առաջինը՝ նման կառույցների ստացման հնարավորինս քիչ ծախսատար և անթերի տեխնոլոգիայի մշակումն է, ապա՝ նանոմետրական կառույցները կազմող նյութի ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրությունն ու դրանց օգտակար առանձնահատկությունների վերհանումն է: Հետազոտողները բախվում են մի խնդրի հետ, երբ նման չափերի դեպքում նյութի հատկություններն էապես տարբերվում են նույն նյութի ծավալի ցուցաբերած հատկություններից: Խնդիրն ավելի գործնական բնույթ կրեց հատկապես այն բանից հետո, երբ փորձնականորեն ցույց տրվեց, որ շերտավոր բյուրեղա-