



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin
İnkışafı Fondunun elmi-tədqiqat proqramlarının, layihələrinin
və digər elmi tədbirlərin maliyyələşdirilməsi məqsədi ilə
qrantların verilməsi üzrə 2013-cü il üçün elan edilmiş əsas
qrant müsabiqəsinin (EIF-2013-9(15)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Bismut tellurid əsasında yüksək effektivlikli və mexaniki möhkəm termoelektrik materialların yaradılmasının fiziki əsaslarının işlənilməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Barxalov Barxal Şaban oğlu**

Qrantın məbləği: **60 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-2013-9(15)-46/07/1-M-23**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **29 yanvar 2015-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 fevral 2015-ci il – 01 fevral 2016-cı il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Plan üzrə 1-ci rüb üçün nəzərdə tutulan komponentlərin (Bi, Sb, Te, Se) təmizlənməsi və $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlullarının sintezi üzrə işlər yerinə yetirilmişdir.

Tədqiq olunacaq $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlullarının ekstruziya olunmuş nümunələrinin hazırlanması üçün "TB-Ч" markalı tellur, "Вн-0000" markalı bismut, "Сy-0000" markalı stibium, "CBЧ-1" markalı selendən istifadə edilmişdir. İlkin maddələr əlavə olaraq zona əritmə üsulu ilə təmizlənmişdir. Tədqiq olunan birləşmələrin sintezi vakuüm nasosunun köməyi ilə içərisindəki hava $\sim 10^{-2}$ Pa təzyiqə qədər sorulub çıxarılmış və ağzı əridilib bağlanmış kvars ampulalarda aparılmışdır.

Bərk məhlulların stexiometrik tərkibə uyğun miqdarda götürülmüş komponentləri havası sorulmuş və ağzı əridilib bağlanmış kvars ampulalarda sintez sobasının içərisinə yerləşdirilmişdir.

(burada doldurmalı)

Sobanın daxilində temperatur 700 K və 900 K temperaturlarda yarım saat ərzində saxlanılmaqla 100 K/saat sürəti ilə yüksəldilmişdir. Temperatur 1100 K-ə çatdıqda temperaturun artması dayandırılmış və ampula 6 saat ərzində sobanın istilik sahəsində saxlanmışdır. Sobanın işerisindəki temperatura RİF-101 temperatur tənzimləyicisi və xromel-alümel termocütünün vasitəsilə nəzarət edilmişdir. Sintez reaksiyasının yaxşı getməsi üçün bu müddət ərzində ampulalar xüsusi qurğunun köməyi ilə fasiləsiz olaraq yırğalandırılmışdır. Sintez prosesi başa çatdıqdan sonra ampulalar sobadan çıxarılmış və soyuq suya (295 K) salınaraq soyudulmuşdur.

Plan üzrə 2-ci rüb üçün nəzərdə tutulan sintez olunmuş bərk məhlullar əsasında dənəciklərinin ölçüsü 1, 50, 100, 200, 600, 1000 mkm olan ekstruziya olunmuş materialların alınması üzrə işlər yerinə yetirilmişdir.

Sintez olunmuş materiallar çini qabda əzilmə yolu ilə xırdalanmışdır. Xüsusi ələklərin tətbiqi ilə zərrəciklərin ölçüsü 1, 50, 100, 200, 600, 1000 mkm olan fraksiyalar ayrılmışdır.

Seçilmiş fraksiyalardan xüsusi pres-formada otaq temperaturunda hündürlüyü 20 mm və diametri 30 mm olan briketlər preslənmişdir. Briketlər 4 ton/sm² təzyiq altında preslənmişdir.

Materialların ekstruziyası, yəni plastik hala qədər qızdırılmış briketlərin müəyyən ölçülü deşikdən təzyiq altında sıxılıb çıxarılması, xüsusi qurğuda MC-1000 markalı hidravlik presin köməyi ilə aparılmışdır.

Ekstruziyanın texnoloji parametrləri təcrübi yolla müəyyən edilmişdir. Ekstruziya aşağıdakı şəraitdə aparılmışdır:

Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te₃ bərk məhlulu:

ekstruziya olunmuş çubuqların diametri	- 6,0 mm
ekstruziya temperaturu	- 660-665 K
ekstruziya təzyiqi	- 8 ton/sm ²
ekstruziya sürəti	- 4 mm/dəq
alınan çubuqların uzunluğu	- 10-15 sm

Bi₂Sb_{2,7}Te_{0,3} bərk məhlulu:

ekstruziya olunmuş çubuqların diametri	- 6,0 mm
ekstruziya temperaturu	- 650-655 K
ekstruziya təzyiqi	- 9 ton/sm ²
ekstruziya sürəti	- 4,5 mm/dəq
alınan çubuqların uzunluğu	- 10-15 sm

Tədqiqat üçün nümunələr ekstruziya olunmuş çubuqlardan elektrik-qığılcımlı kəsmə qurğusundan istifadə edilməklə kəsilib hazırlanmışdır.

Plan üzrə 3-cü rüb üçün nəzərdə tutulan müxtəlif ölçülü dənəciklərə malik ekstruziya olunmuş materialların tekstura dərəcəsinin təyini üzrə işlər yerinə yetirilmişdir.

Ekstruziya prosesi böyük mexaniki təzyiq altında həyata keçirilir və ekstruziyaya olunmuş briket deformasiyaya məruz qalır. Deformasiya zamanı polikristalın kristallitləri (dənəcikləri) tədricən və müntəzəm surətdə öz formalarını və xarici deformasiyaedici qüvvələrə nəzərən istiqamətlənmələrini dəyişdirirlər. Nəticədə güclü deformasiya olunmuş polikristal materiallarda dənəciklərin əsas istiqamətlənməsi (orientasiyası) yaranır ki, bunu deformasiya teksturası adlandırırlar. Deformasiya teksturasının xarakteri bir çox amillərlə müəyyən edilir.

Teksturanın tipləri və xarakteri olduqca müxtəlif olduğundan və materialın təbiətindən, alınma şərtlərindən, dənəciklərin ölçülərindən, termik işlənmədən asılı olduğundan, tədqiq olunan bərk məhlulların tekstura dərəcəsinin dənəciklərin ölçülərindən və termik işlənmədən asılılığı

öyrənilmişdir.

Ekstruzuiya olunmuş nümunələrin termik işlənməsi içərisindəki hava 10^{-3} Pa təzyiqə qədər sorulub çıxarılmış ampulalarda 5 saat ərzində 600 K və 680 K temperaturalarda (müvafiq olaraq $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ və $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ bərk məhlulları üçün) aparılmışdır.

Göstərilən bərk məhlulların ekstruzuiya olunmuş nümunələrində tekstura rentgenoqrafik analizin köməyi ilə tədqiq edilmişdir. Tədqiqatlar DRON-3 qurğusunda CuK_α -şüalanmasında Breqq-Brentano üzrə fokuslamada birkristallı spektrometr həndəsəsində meyl etdimə və fırlandırma üsulları ilə aparılmışdır. Nümunənin müstəvisi və sayğac 0015 refleks vəziyyətində qurulmuşdur. Ekstruzuiya olunmuş nümunələrin termik işlənmədən əvvəl və sonra (110) xəttin intensivliyi (bu xəttin intensivliyi bütün nümunələrdə ən böyükdür və ekstruzuiya olunmuş nümunələrdə [110] oxu ekstruzuiya istiqamətində boyunca yerləşir) təhlil edilmişdir. Teksturaya malik olmayan etalon nümunənin hazırlanmasının çətin olması səbəbindən, etalon nümunə kimi dənəciklərinin ölçüləri 50 mkm olan nümunə qəbul edilmişdir. Digər ölçülərə malik dənəcikli nümunələrin tekstura dərəcəsi (yəni (101) xəttinin kristalların ekstruziyaya oxu boyunca üstünlük təşkil edən orientasiyasına uyğun olan intensivliyi), bu nümunəyə nəzərən müəyyən edilmişdir. Bu halda dənəciklərinin ölçüləri 50 mkm olan və termik işlənmə keçməmiş nümunənin tekstura dərəcəsi vahid qəbul edilmişdir.

Termik işlənmə keçməmiş və termik işlənmə keçmiş nümunələrin tekstura dərəcəsinin dənəciklərin ölçülərindən asılılığının rentgen tədqiqatlarının nəticələri Cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulun ekstruzuiya olunmuş nümunələrinin tekstura dərəcəsinin ilkin tozun hissəciklərinin ölçülərindən asılılığı

№	Hissəciklərin ölçüsü, mkm	Nümunənin tekstura dərəcəsi, nisbi vahidlərdə			
		$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$		$\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$	
		Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra	Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra
	50	1,00	0,35	1,00	0,70
	100	0,60	0,40	0,86	0,75
	160	0,52	0,30	0,70	0,55
	200	0,45	0,25	0,67	0,50
	315	0,65	0,50	0,73	0,65
	630	0,65	0,50	0,76	0,70
	1000	0,55	0,55	0,75	0,75

Cədvəldən görüldüyü kimi, nümunələrin tekstura dərəcəsi dənəciklərin ölçülərindən asılıdır və 200 mkm-də minimum qiymətə malikdir. Bundan başqa, termik işlənmə nümunələrin tekstura dərəcəsinin azalmasına gətirir. Termik işlənmədən sonra tekstura dərəcəsinin ən güclü azalması dənəciklərinin ölçüləri 50 mkm olan nümunələrdə baş verir. Dənəciklərin ölçülərinin böyüməsi ilə termik işlənmənin tekstura dərəcəsinə təsiri zəifləyir və dənəciklərinin ölçüləri 1000 mkm olan nümunələrdə termik işlənmə tekstura dərəcəsinə təsir etmir.

Güman etmək olar ki, briketlərdə dənəciklərin minimal ölçülərində ($d = 50$ mkm) dənəciklərin orientasiyası üçün tələb olunan enerji kiçik olduğundan, ekstruzuiya prosesində deformasiya zamanı nümunənin strukturunda maksimal tekstura yaranır. Dənəciklərin ölçülərinin artması ilə dənəciklərin orientasiyası üçün, yəni teksturanı yaranması üçün lazım olan enerji də artır.

Materialın ekstruziyası 655 K temperaturda aparıldığından, ekstruziya prosesində eyni zamanda istiliyin təsiri altında dənəciklərin oriyentasiyasının pozulması, yeni deformasiyanın hesabına yaranan teksturanın qismən pozulması baş verir. Görünür, dənəciklərin ölçüsünün $d=200$ mkm-ə qədər artması ilə ekstruziyaya olunmuş nümunələrin tekstura dərəcəsi, əsasən, teksturanın yaranma enerjisinin böyüməsi hesabına azalır. Eyni zamanda mexaniki deformasiya prosesində yaranan teksturanın istiliyin təsiri altında pozulması da azalır. Buna görə də dənəciklərinin ölçüsü $d=200$ mkm olan nümunələrdə strukturun nizamsızlığı ən böyük olur. Daha sonra dənəciklərin ölçüsünün böyüməsi ilə teksturanın istiliyin təsiri altında pozulmasının zəifləməsi prosesi üstünlük təşkil edir və strukturda nizamlılıq artır. Termik işlənmə nəticəsində struktur defektlərinin aradan çıxması və eyni zamanda teksturanın qismən pozulması baş verir.

Plan üzrə 4-cü rüb üçün nəzərdə tutulan müxtəlif ölçülü dənəciklərə malik ekstruziya olunmuş nümunələrin elektrik keçiriciliyi, termo-e.h.q. və istilikkeçirmə əmsallarının 77-300 K intervalında tədqiqi üzrə işlər yerinə yetirilmişdir.

Ekstruziyaya olunmuş n-tip $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və p-tip $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ nümunələrində dənəciklərin ölçüsünün elektrik, termoelektrik və istilik xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Ekstruziyaya olunmuş nümunələr sintez olunmuş materialın dənəciklərinin ölçüsü 1, 50, 100, 160, 200, 315, 630 və 1000 mkm olan tozlarından hazırlanmışdır.

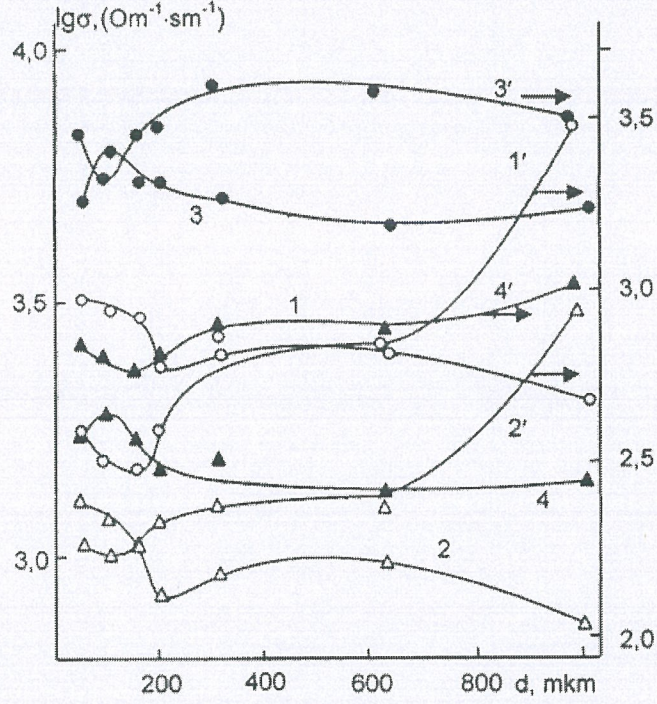
Nümunələrin elektrik keçiriciliyi (σ), termo-e.h.q əmsalı (α), Hall (R_H) və istilikkeçirmə əmsalları (χ) 77-300 K temperaturlar intervalında ekstruziyadan sonra və həmin nümunələr $\sim 10^{-3}$ Pa vakuumda ~ 690 K temperaturda 5 saat ərzində termik işlənmə keçdikdən sonra tədqiq edilmişdir.

Elektrik keçiriciliyi sabit cərəyanda zond üsulu ilə, istilikkeçirmə və termo-e.h.q. əmsalları stasionar rejimdə ölçülmüşdür. Elektrik və istilik parametrlərinin ölçmələri ekstruziyaya oxu boyunca aparılmışdır.

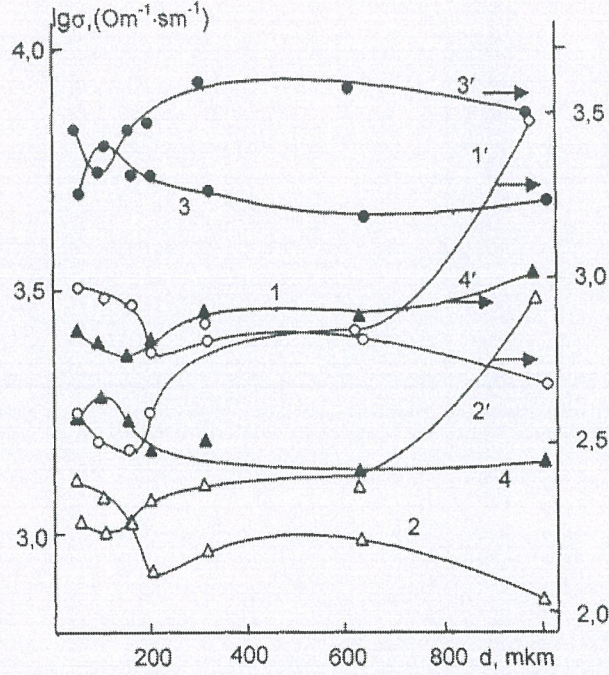
$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ nümunələri üçün elektrik və istilik parametrlərinin ölçmələrinin nəticələri şəkil 1-4-də verilmişdir. Şəkillərdən görünür ki, nümunələrin elektrik keçiriciliyinin (σ) və termo-e.h.q əmsalının (α) ilkin tozun dispersliliyindən (dənəciklərin ölçüsündən) asılılığı qeyri-monoton xarakter daşıyır və bu qeyri-monotonluq özünü xüsusilə dənəciklərin ölçülərinin (d) kiçik qiymətlərdə daha bariz şəkildə göstərir. Müəyyən edilmişdir ki, nümunələrin termik işlənməsi σ və α -nın dənəciklərin ölçüsündən (d) asılılığının xarakterini bir qədər dəyişdirir. Termik işlənmə keçməmiş nümunələrdə 77 və 300 K temperaturda σ və α -nın d -dən asılılığı əyrilərində $d=200$ mkm-də minimumlar müşahidə olunur. Termik işlənmədən sonra bu əyriyərdə $d=200$ mkm-dəki minimumlar faktiki olaraq yox olur və əyriyərdə $d=100$ mkm-də maksimumlar meydana çıxır. Həmçinin $d=630$ mkm-dən sonra termik işlənmə keçməmiş nümunələrdə d -nin böyüməsi ilə σ -nın azalması, termik işlənmə keçmiş nümunələrdə isə əksinə, d -nin böyüməsi ilə σ -nın artması tendensiyası (meyli) müşahidə olunur. σ -nın d -dən təsvir olunmuş asılılığı, bu nümunələrdə α -nın d -dən tərs asılılığı ilə qənaətbəxş korrelyasiya edir. Qənaətbəxş korrelyasiya həmçinin σ və χ -nin d -dən və termik işlənmədən asılılıqlarında da müşahidə edilir.

Ekstruziya zamanı $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulları nümunələrində plastik deformasiyanın hesabına eyni zamanda teksturanın və struktur defektlərinin yaranması baş verir. Görünür, σ , α və χ -nin d -dən asılılığının xarakteri, eləcə də ekstruziyadan sonrakı termik işlənmənin bu asılılıqlara təsiri tekstura və defektlərin verdiyi töhfələrlə müəyyən olunur. Bu halda, nümunələrin tekstura dərəcəsi həm ekstruziya prosesinin, həm də ekstruziyadan sonrakı termik işlənmənin texnoloji parametrlərindən asılı olacaqdır.

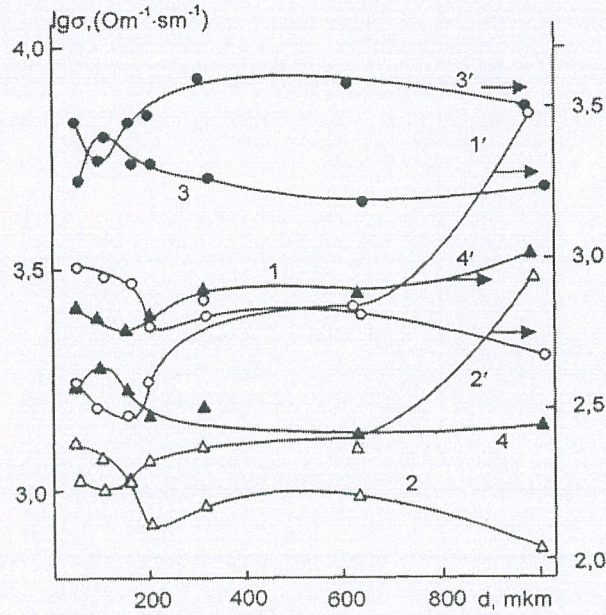
Teksturalı polikristallik $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulları nümunələrinin termik işlənməsi zamanı rekristalizasiya (yenidən kristallaşma) baş verir və bu proses, bir qayda olaraq, teksturanın xarakterinin dəyişikliyi ilə müşayiət olunur. Termik işlənmə zamanı istilik enerjisinin hesabına dənəciklərin oriyentasiyasının (yönlənməsinin) pozulması, yeni ekstruziyaya olunmuş nümunənin tekstura dərəcəsinin dəyişikliyi baş verə bilər.



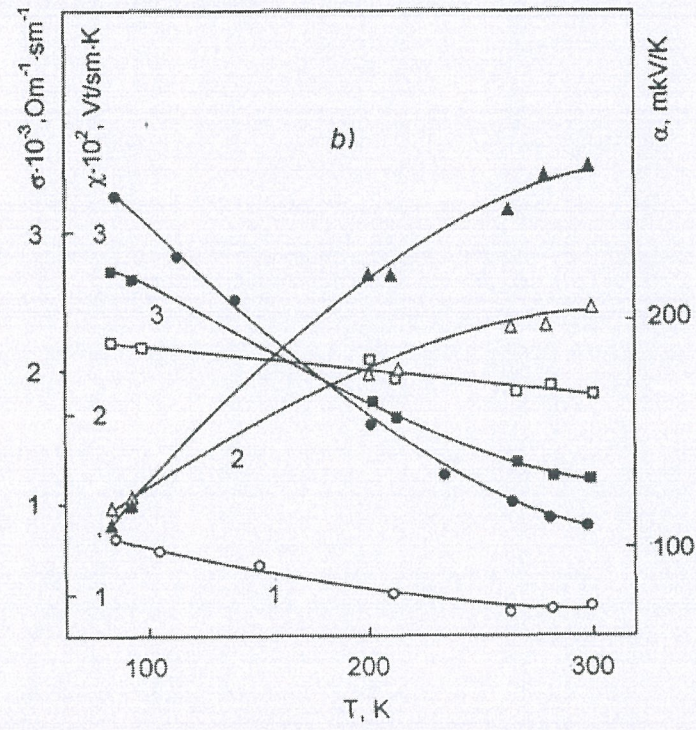
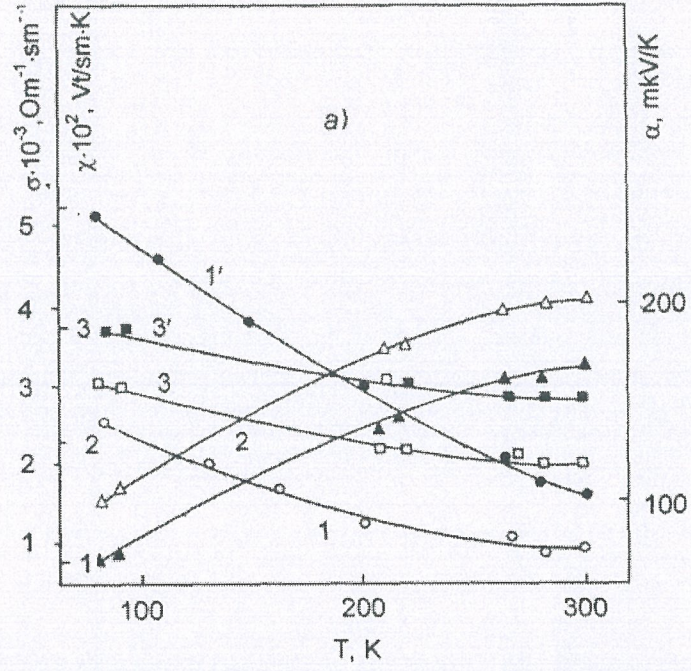
Şək. 1. $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (1; 2; 3 və 4 əyriləri) və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ (1'; 2'; 3' və 4' əyriləri) bərk məhlullarının ekstruziya olunmuş nümunələrinin elektrik keçiriciliyinin termik işlənmədən əvvəl (1, 2, 1' 2') və termik işlənmədən sonra (3, 4, 3', 4') 77 K temperaturda (1, 3, 1', 3') və 300 K temperaturda (2, 4, 2', 4') ilkin tozun dənəciklərinin ölçülərindən asılılığı.



Şək. 2. $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (1; 2; 3 və 4 əyriləri) və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ (1'; 2'; 3' və 4' əyriləri) bərk məhlullarının ekstruziya olunmuş nümunələrinin termo-e.h.q.-nin termik işlənmədən əvvəl (1, 2, 1' 2') və termik işlənmədən sonra (3, 4, 3', 4') 77 K temperaturda (1, 3, 1', 3') və 300 K temperaturda (2, 4, 2' 4') ilkin tozun dənəciklərinin ölçülərindən asılılığı.



Şək. 3. $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (1; 2; 3 və 4 əyriləri) və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ (1'; 2'; 3' və 4' əyriləri) bərk məhlullarının ekstruziya olunmuş nümunələrinin istilikkeçirmə əmsalının termik işlənmədən əvvəl (1, 2, 1' 2') və termik işlənmədən sonra (3, 4, 3', 4') 77 K temperaturda (1, 3, 1', 3') və 300 K temperaturda (2, 4, 2' 4') ilkin tozun dənəciklərinin ölçülərindən asılılığı.



Şek. 4. $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (a) və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ (b) bərk məhlullarının dənəciklərinin ölçüləri 315 mkm olan ekstruziya olunmuş nümunələrinin elektrik keçiriciliyinin (1, 1'), termo-e.h.q. (2, 2') və istilikkeçirmə əmsalının (3, 3') termik işlənmədən əvvəl (1, 2, 3) və termik işlənmədən sonra (1', 2', 3') temperatur asılılığı.

Holl və termo-e.h.q. əmsallarının ~ 77 K temperaturda aparılan ölçmələrinin Cədvəl 2-də verilən nəticələri göstərir ki, dənəciklərin ölçülərinin kiçilməsi ilə nümunələrdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası azalır.

Cədvəl 2

$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ bərk məhlulunun ekstruziya olunmuş nümunələri üçün 77 K temperaturda istilikkeçirmənin qəfəs (χ_q) və elektron (χ_e) toplananının, termo-e.h.q əmsalının (α) və R_H/R_{H0} münasibətinin dənəciklərin ölçülərindən asılılığı

№	Dənəciklərin ölçüsü, mkm	$\chi_q \times 10^2$, Vt/sm·K		$\chi_e \times 10^2$, Vt/sm·K		α , mkVK		R_H/R_{H0}
		Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra	Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra	Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra	
1	50	1,88	1,53	0,65	1,03	77	67	1,0
2	100	1,51	1,24	0,61	1,31	85	62	2,3
3	160	1,77	1,35	0,57	1,18	94	64	2,7
4	200	1,46	1,39	0,45	1,13	112	67	3,1
5	315	1,38	1,36	0,45	1,04	100	70	3,7
6	630	1,23	1,31	0,46	0,85	100	83	3,9
7	1000	1,23	0,86	0,39	0,96	125	90	4,3

Cədvəldə R_H baxılan nümunənin Holl əmsalı, R_{H0} isə dənəciklərinin ölçüləri 50 mkm olan nümunənin Holl əmsalıdır. Holl əmsalının qiymətlərinə görə tədqiq edilmiş nümunələrdə struktur defektlərinin konsentrasiyasını hesablamaq olardı. Ancaq belə hesablamalar yüksək etibarlılığa malik deyil, çünki nümunələrdə struktur defektlərinin elektroaktiv payını qabaqcadan birmənalı bildirmək kifayət qədər çətinlikdir.

Yuxarıda irəli sürülən fikirlər nümunələrin istilikkeçirməsinin də ilkin tozun dispersliliyindən (dənəciklərin ölçülərindən) və termik işlənmədən asılılıqlarını kifayət dərəcədə yaxşı izah edir.

77 K-də $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ bərk məhlulunda istilik enerjisinin əsasən qəfəsin rəqsləri və keçiricilik elektronları ilə daşındığını nəzərə alaraq,

$$\chi_q = \chi_o - \chi_e \quad \text{və} \quad \chi_e = L\sigma T$$

ifadələrinə əsasən ki, istiliyin qəfəs (χ_q) və elektron (χ_e) toplananları hesablanmışdır. Burada χ_o – ümumi, ölçülən istilikkeçirmə əmsalı, σ - baxılan T temperaturunda elektrik keçiriciliyi əmsalı, $L=A(k/e)^2$ – Lorens ədədi, k - Bolsman sabiti, e - elektronun yüküdür. A-nın qiyməti A-nın termo-e.h.q əmsalından asılılığından qiymətləndirilmişdir.

Cədvəl 2-dən görünür ki, istilikkeçirmənin termik işlənmədən sonra və dənəciklərin ölçülərindən asılı olaraq dəyişməsi istilikkeçirmənin həm elektron (χ_e), həm də qəfəs (χ_q) toplananının dəyişiklikləri ilə bağlıdır. Eyni zamanda, χ_e və χ_q -in d-dən və termik işlənmədən asılılığı σ -nın tekstura dərəcəsi (d-dən) və termik işlənmədən asılılıqlarına uyğundur.

$\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulu üçün də nümunələri üçün σ , α və χ -nin temperaturdan asılılığı tədqiq olunmuşdur.

Belə asılılıq dənəciklərin ölçüsü ~ 315 mkm olan nümunə üçün şəkl. 4-də verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dənəciklərin ölçüsü müxtəlif olan tozlar üçün bu parametrlərin temperatur

asililiğinin xarakteri eynidir. Ancaq bütün hallarda termik işlənmədən sonra σ -nın temperatur asılılığının dikliyi əhəmiyyətli dərəcədə ($\sim 1,3$ dəfəyə qədər) artır və $\sigma \sim T^n$ və $\mu \sim T^n$ asılılıqlarında n -in qiyməti $-1,5$ -ə yaxınlaşır. Bu bir daha təsdiq edir ki, elektronlar aşağı temperaturlarda struktur defektlərindən səpilir. Termik işlənmədən sonra nöqtəvi struktur defektləri aradan qalxır və elektronların səpilməsində əsas rolu qəfəsin akustik rəqsləri oynayır.

Şəkil 1- 4-dən görünür ki, bütün hallarda σ elektrik keçiriciliyinin $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulu nümunələrində ilkin tozunun dənəciklərinin ölçülərindən (d) asılılığı əyrilərində $d \approx 100 \div 160$ mkm-də minimumlar müşahidə olunur. Dənəciklərin ölçülərinin 315 mkm-ə qədər sonrakı böyüməsi ilə σ artır. Termik işlənmə σ -nın böyüməsinə gətirir. Bu zaman termik işlənmə nəticəsində σ dənəciklərin ölçülərinin kiçik qiymətlərində xüsusilə güclü dəyişir. Dənəciklərin ölçüləri 1000 mkm olan nümunələrin elektrik keçiriciliyi termik işlənmə nəticəsində zəif dəyişir. Termik işlənmə 300 K temperaturda termo-e.h.q əmsalına da eyni cür təsir göstərir. Lakin 77 K temperaturda termik işlənmə nümunələrin α termo-e.h.q əmsalına, demək olar ki, təsir etmir. Bundan başqa, termik işlənmədən sonra α -nın d -dən asılılığı əyrilərində d -nin kiçik qiymətlərində aydın ekstremumlar müşahidə olunmur. İstilikkeçirmənin dənəciklərin ölçülərindən asılılıq əyrilərində az meyilli (yastı) minimumlar vardır. Termik işlənmədən sonra bütün nümunələr üçün istilikkeçirmə 77 K-də artır, 300 K-də isə azalır.

Rentgen tədqiqatlarının yuxarıda verilən Cədvəl 1-də verilən nəticələri göstərir ki, nümunələrin tekstura dərəcəsi dənəciklərin ölçülərindən asılıdır. Bu halda dənəciklərinin ölçüləri $d \approx 100 \div 160$ mkm olan nümunələr ən aşağı tekstura dərəcəsinə malikdir. Bütün hallarda termik işlənmə nümunələrin tekstura dərəcəsinə azaldır və bu, istiliyin təsiri altında dənəciklərin yönəlməsinin pozulması ilə izah olunur. Dənəciklərin ölçülərinin böyüməsi ilə tekstura dərəcəsinə termik işlənmənin təsiri zəifləyir.

$\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulu nümunələrinin ekstruziyası zamanı baş verən plastik deformasiya onun daxili enerjisinin artması ilə müşayiət olunur ki, onun əsas daşıyıcıları kristal qəfəsinin defektləridir. Ekstruziya zamanı həmçinin nümunədə deformasiya teksturası meydana çıxır. Ekstruziya zamanı deformasiyanın yaratdığı struktur (quruluş) dəyişiklikləri materialın struktur-həssas xüsusiyyətlərinin kəskin dəyişikliyinə gətirir.

Materialda ekstruziya zamanı paralel şəkildə aşağıdakı proseslər baş verir: keçiricilik elektronlarının və fononların səpilməsi güclənir (yaranmış qəfəs defektlərində səpilmənin hesabına) və bu, yükdaşıyıcıların yüklüklüyünün və qəfəs istilikkeçiriciliyinin azalmasına gətirir; struktur defektlərində elektroaktiv mərkəzlərlə bağlı yükdaşıyıcıların konsentrasiyası artır və bu, elektrik keçiriciliyinin və istilikkeçiriciliyinin elektron toplananının artmasına gətirir; tekstura hesabına nümunələrin strukturu nizamlanır və bu, elektronların və fononların səpilməsinin azalması ilə müşayiət olunur.

Bu amillərin məcmusu $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ nümunələri üçün σ , α , χ -nin ilk tozun dənəciklərinin ölçülərindən və termik işlənmədən asılılığını müəyyən edir.

Görünür, dənəciklərin minimal ölçülərində (~ 50 mkm-ə bərabər) onların oriyentasiyası üçün tələb olunan enerji də minimaldır. Buna görə də dənəciklərin ölçüləri ~ 50 mkm-ə bərabər olan ekstruziya olunmuş nümunələr tədqiq edilmiş nümunələrin arasında ən yüksək tekstura dərəcəsinə malikdir. Dənəciklərin ölçülərinin $d \approx 100 \div 160$ mkm-ə qədər artması ilə tekstura dərəcəsi azalır (dənəciklərin oriyentasiyası üçün tələb olunan enerjinin artması səbəbindən). Eyni zamanda dənəciklərin struktur defektlərinin konsentrasiyası da azalır. Ancaq dənəciklərin ölçülərinin bu intervalında 77 K-də elektrik keçiriciliyinin və istilikkeçiriciliyinin dəyişikliyinə üstün rolu nümunələrin tekstura dərəcəsi oynayır. Bunun nəticəsində $d \approx 100 \div 160$ mkm-ə qədər dənəciklərin ölçülərinin artması elektrik keçiriciliyinin və istilikkeçiriciliyinin azalmasına gətirir.

Bu oblastda termo-e.h.q əmsalının bir qədər azalması, görünür, yükdaşıyıcıların yüklü struktur defektlərindən səpilməsinin rolunun zəifləməsi və yükdaşıyıcıların akustik rəqslərdən səpilməsinin güclənməsi ilə əlaqədardır.

Dənəciklərin ölçülərinin böyüməsi ilə isti ekstruziya (665 K-də) prosesində istilik enerjisinin hesabına dənəciklərin orientasiyasının pozulması zəifləyir. Buna görə də, dənəciklərin $d \approx 100 \div 160$ mkm ölçülərindən başlayaraq d-nin artması ilə nümunələrdə tekstura dərəcəsi artır.

Eyni zamanda dənəciklərin mükəmməlliyi də artır. Bu, yükdaşıyıcıların yürüklüyünün artmasına və onların konsentrasiyasının bir qədər azaldılmasına gətirir. Buna görə də, dənəciklərin ölçülərinin artması ilə $d \approx 160$ mkm-dən sonra termik işlənmə keçməmiş nümunələrdə σ , α və χ -nin qiymətləri artır. Ekstruziya olunmuş nümunələrin termik işlənməsi zamanı onlarda struktur defektlərinin konsentrasiyasının azalması, dənəciklərin yönəlməsinin pozulması (nümunələrin tekstura dərəcəsinin azalması) və yenidən kristallaşma prosesləri gedir.

Bu amillərin hər biri yükdaşıyıcıların konsentrasiyanın və yürüklüyünün, eləcə də elektronların və fononların səpilmə mexanizminin dəyişikliyinə gətirir. 77 K temperaturda termik işlənmə σ və χ -ni əhəmiyyətli dərəcədə artırsa da, α -nın qiymətinə az təsir edir. Bu onu göstərir ki, 77 K temperaturda elektronların və fononların səpilməsində əsas rolu dənəciklərin struktur defektləri oynayır.

Holl əmsalının R_H və yükdaşıyıcıların Holl yürüklüyünün μ dənəciklərin ölçüsündən və termik işlənmədən asılılığının ölçmələrinin nəticələri yuxarıda irəli sürülən fikirlərlə yaxşı uyğun gəlir. Bu məlumatlar Cədvəl 3-də verilmişdir. Burada R_H , μ və R_{H0} , μ_0 – uyğun olaraq baxılan nümunənin və dənəciklərinin ölçüləri 50 mkm olan nümunə üçün Holl əmsalı və yükdaşıyıcıların yürüklüyü, μ_1 və μ_2 – uyğun olaraq termik işlənmədən əvvəl və sonra nümunələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyüdür.

Cədvəl 3

$Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_{0,3}$ bərk məhlulun ekstruziya olunmuş nümunələri üçün 77 K temperaturda R_H Holl əmsalı və yükdaşıyıcıların μ yürüklüyünün dənəciklərin ölçülərindən və termik işlənmədən asılılığı

№	Dənəciklərin ölçüsü, mkm	Tekstura dərəcəsi		R_H/R_{H0}	μ/μ_0	μ_2/μ_1
		Termik işlənmədən əvvəl	Termik işlənmədən sonra			
1	50	1,00	0,70	1,0	1,00	1,90
2	100	0,86	0,75	1,4	1,21	17,20
3	160	0,67	0,50	1,4	1,07	16,25
4	200	0,70	0,55	3,3	3,30	5,93
5	315	0,73	0,65	2,5	4,64	6,92
6	630	0,76	0,70	2,5	4,34	6,42
7	1000	0,75	0,72	2,6	19,1	0,98

Dənəciklərin yönəlməsinin pozulması daha çox 300 K temperaturda fononların səpilməsinə təsir edir. Buna görə də termik işlənmədən sonra ekstruziya olunmuş nümunələrin həmin temperaturda istilikkeçirməsi bir qədər azalır. Bu halda $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ üçün aparılan analogi hesablamalar göstərir ki, termik işlənmədən sonra və dənəciklərin ölçülərin dəyişməsi zamanı istilikkeçirmənin dəyişməsi istilikkeçirmənin həm elektron, həm də fonon toplananının dəyişməsi ilə bağlıdır.

Şəkil 4-də $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ bərk məhlulun dənəciklərinin ölçüləri 315 mkm olan nümunələri üçün σ , α , χ -nin temperatur asılılıqları verilmişdir. Görünür ki, termik işlənmədən sonra $\sigma(T)$ asılılığının dikliyi əhəmiyyətli dərəcədə artır. Dənəciklərinin ölçüləri 1000 mkm olan nümunələr üçün termik işlənmə elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı əmsalına, demək olar ki, təsir etmir.

Bu məlumatların yükdaşıyıcıların yürüklüyünün temperatur asılılığı, həmçinin termik işlənmədən sonra Holl əmsalının dəyişməsi ilə tutuşdurulması həmçinin onu göstərir ki, termik işlənmə zamanı struktur defektlərinin konsentrasiyası azalır və dənəciklərin yönəlməsi bir qədər pozulur (yəni nümunələrin tekstura dərəcəsi kiçilir).

Eksrtruziya olunmuş n-tip $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və p-tip $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ nümunələrində teksturanın elektrik, termoelektrik və istilik xassələrinə təsiri Cədvəl 4 və 5-də icmal edilmişdir.

Cədvəl 4

$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ bərk məhlulunun ekstruziya olunmuş nümunələrinin termoelektrik parametrləri

Dənəciklərin ölçüsü, mkm	Termik işlənmədən əvvəl							
	77 K				300 K			
	σ , $\text{Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$	$\alpha \times 10^6$, V/K	$\chi \times 10^2$, $\text{Vt/sm}\cdot\text{K}$	$Z \times 10^3$, K^{-1}	σ , $\text{Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$	$\alpha \times 10^6$, V/K	$\chi \times 10^2$, $\text{Vt/sm}\cdot\text{K}$	$Z \times 10^3$, K^{-1}
1	2951	-75	3,39	0,49	1166	-163	1,06	2,92
15	2930	-81	3,41	0,56	1059	-171	1,18	2,62
30	3789	-76	2,64	0,83	1407	-157	1,36	2,55
50	3217	-77	3,20	0,60	1308	-165	2,53	1,40
100	3052	-85	3,70	0,60	1197	-175	2,12	1,73
160	2991	-94	2,91	0,90	1975	-196	2,34	1,80
200	2379	-112	3,02	0,99	846	-214	1,91	2,03
315	2558	-100	2,55	1,00	940	-202	1,83	2,10
630	2565	-100	2,55	1,00	978	-207	1,69	2,50
1000	2101	-125	2,01	1,63	741	-222	1,57	2,33
Termik işlənmədən sonra								
1	3334	-62	2,15	0,59	1255	-138	0,80	2,65
15	3725	-62	2,34	0,60	1380	-140	1,26	2,15
30	3865	-61	2,41	0,60	1368	-139	0,98	2,70
50	5016	-67	3,97	0,57	1720	-154	2,56	1,59
100	6364	-62	3,74	0,65	1919	-154	2,55	1,78
160	5531	-64	3,54	0,64	1714	-162	2,53	1,78
200	5506	-67	3,30	0,75	1496	-179	2,52	1,90
315	5268	-70	2,96	0,86	1582	-171	2,40	1,93
630	4504	-83	3,34	0,93	1363	-191	2,16	2,30
1000	5040	-90	2,74	1,49	1582	-187	1,79	3,07

$\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlulunun ekstruziya olunmuş nümunələrinin
termoelektrik parametrləri

Dənəciklərin ölçüsü, mkm	Termik işlənmədən əvvəl							
	77 K				300 K			
	$\sigma, \text{Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$	$\alpha \times 10^6, \text{V/K}$	$\chi \times 10^2, \text{Vt/sm}\cdot\text{K}$	$Z \times 10^3, \text{K}^{-1}$	$\sigma, \text{Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$	$\alpha \times 10^6, \text{V/K}$	$\chi \times 10^2, \text{Vt/sm}\cdot\text{K}$	$Z \times 10^3, \text{K}^{-1}$
1	598	116	1,23	0,65	255	215	0,51	2,31
30	544	115	1,33	0,54	233	223	0,60	1,68
50	389	105	2,58	0,17	185	165	2,32	0,22
100	330	107	2,20	0,17	172	167	2,25	0,21
160	295	92	2,21	0,11	181	159	2,28	0,20
200	389	92	2,31	0,14	209	173	1,94	0,32
315	721	118	2,38	0,42	247	206	2,07	0,51
630	654	113	2,35	0,36	216	203	2,08	0,43
1000	2817	83	2,80	0,69	828	213	2,09	1,80
Termik işlənmədən sonra								
1	2340	88	1,60	1,15	535	200	0,70	3,06
30	2771	79	1,83	0,94	650	190	1,00	2,34
50	2787	105	2,81	1,10	703	257	1,95	2,40
100	2067	104	2,76	0,81	658	271	1,96	2,47
160	2842	109	2,84	1,20	594	286	1,91	2,54
200	2982	103	2,76	1,15	641	267	1,81	2,52
315	3297	109	2,80	1,67	780	269	1,77	3,20
630	3608	102	2,95	1,27	682	267	1,72	2,83
1000	2950	83	3,47	0,59	952	226	2,16	2,25

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

(burada doldurmalı)

100 %

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

(burada doldurmalı)

1. Müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif ölçülü zərrəcikli $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}$ və $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ bərk məhlullarının ekstruziyası zamanı tekstura dərəcəsi zərrəciklərin ölçüləri və termik işlənmədən asılı olan aksial tekstura yaranır, yəni polikristalın dənəciklərinin bir hissəsi elə yönəlik ki, onların triqonal oxu ekstruziya oxuna paralel olur. Eyni zamanda, plastik deformasiya nəticəsində ayrıca götürülmüş dənəciklərdə kristal qəfəsin müxtəlif defektləri yaranır. Bu zaman, göstərilən struktur defektləri əsasən kristalların (111) laylara ayrılma müstəviləri arasında toplanır.

Müəyyən edilmişdir ki, nümunələrin tekstura dərəcəsi həm ekstruziya prosesinin texnoloji parametrlərindən, həm də ekstruziyadan sonrakı termik işlənmədən asılıdır. Teksturalı polikristal

$\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ bərk məhlullarının termik işlənməsi zamanı bir qayda olaraq teksturanın xarakterinin dəyişməsi ilə müşayiət olunan rekristallizasiya baş verir. Termik işlənmə zamanı istilik enerjisi hesabına dənəciklərin istiqamətlənməsinin pozulması, yəni ekstruziya olunmuş nümunənin tekstura dərəcəsinin dəyişməsi də baş verir.

2. Termik işlənmə zamanı struktur defektlərinin aradan çıxması və eyni zamanda teksturanın qismən pozulması baş verir. Bu, yükdaşıyıcıların yürüklüyünün artmasına səbəb olur. Yuxarıda gətirilən mülahizələr nümunələrin istilikkeçiriciliyinin (χ) ilkin tozun (ovuntunun) dispersliliyindən (dənəciklərin ölçüsündən) və termik işlənmədən asılılığı ilə də yaxşı izah olunur.

3. Tədqiq olunan ekstruziya olunmuş nümunələrin elektrik və istilik parametrlərinin birgə təhlili göstərmişdir ki, nümunələrdə ~ 77 K temperaturda fononların səpilməsində əsas rolunu tekstura oynayır. Elektronlar isə ~ 77 K-də, əsasən, struktur defektlərindən səpilir. Bütün hallarda ekstruziyadan sonrakı termik işlənmə tekstura dərəcəsinə 10-20% azaldır ki, bu da dənəciklərin istiqamətlənməsinin istilik enerjisi hesabına pozulması ilə izah olunur.

4. Termik işlənmə keçməmiş nümunələrdə aşağı temperaturlarda yükdaşıyıcılar, əsasən, struktur defektlərindən və dənəciklərin sərhəddindən səpilir. Dənəciklərin ölçüsünün artması ilə dənəciklərin daxilində defektlərin konsentrasiyası, eləcə də dənəciklərin sərhədlərinin sayı azalır. Buna görə də dənəciklərin ölçülərinin artması ilə nümunələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyü artır, ionlaşmış defektlərlə bağlı konsentrasiyası isə azalır.

5. Müəyyən edilmişdir ki, dənəciklərin ölçüləri 50 mkm-dən aşağı olduqda $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ və $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ bərk məhlullarının ekstruziya olunmuş nümunələri üçün istilik keçiriciliyinin azalması və Z termoelektrik effektivliyinin nisbətən artması müşahidə edilir ki, bu da fononların dənəciklərin sərhəddindən səpilməsinin güclənməsi ilə izah olunur. Buna görə də hesab etmək olar ki, dənəciklərin ölçülərinin sonrakı kiçilməsi (< 1 mkm) qəfəs istilik keçiriciliyinin azalmasına və Z termoelektrik effektivliyinin daha da artmasına gətirə bilər.

Beləliklə, ilk dəfə olaraq Bi-Sb-Te, Bi-Te-Se sistemlərinin bərk məhlulları əsasında əsas termoelektrik parametrləri həmin tərkiblərin monokristal nümunələrinin xassələrinə yaxın olan və yüksək möhkəmliyə malik termoelektrik materiallar alınmışdır. Bu materiallarda elektron və fononların daşınma mexanizmləri, real strukturun, struktur defektlərinin, teksturanın elektrik və istilik xassələrinə təsirinin qanunauyğunluqları və mexanizmləri müəyyən olunmuşdur.

Alınan nəticələr optimal parametrli termoelektrik materialların hazırlanması üçün əhəmiyyətlidir.

4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmaller, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərç olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) (surətlərini kağız üzərində və CD şəklində əlavə etməli!)

(burada doldurmalı)

1. Barxalov B.Sh., Tagiyev M.M., Aliyeva T.D., Bagiyeva G.Z., Abdinova G.D. Aliyev R.Yu. Thermoelectric properties of the extruded samples of $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ solid solution with different grain size // Proceedings of 11-th International Conference on Technical and Physical Problems of Electrical Engineering, 10-12 September, 2015, Bucharest, Romania, pp. 197-200.
2. Бархалов Б.Ш., Тагиев М.М., Багиева Г.З., Алиев Р.Ю., Абдинова Г.Д., Алиева Т.Д., Ахундова Н.М., Магеррамова К.М. Электрические и тепловые свойства экструдированных образцов твердого раствора $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ с различными размерами зерен // BDU-nun Fizika Problemləri İnstitutunun yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş "Opto-, nanoelektronika və kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası" Beynəlxalq konfransın materialları, Bakı, 25-26 dekabr, 2015, s. 60-63.

3. Бархалов Б.Ш., Тагиев М.М., Багиева Г.З., Алиев Р.Ю., Абдинова Г.Д., Алиева Т.Д., Ахундова Н.М. Влияние размеров зерен на термоэлектрические свойства экструдированных образцов твердого раствора $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$ // АМЕА-нын Хəбərləri, Fizika-Riyaziyyat və Texniki Elmlər seriyası, 2016 (çapa qəbul olunmuşdur).

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

(burada doldurulmalı)

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)

(burada doldurulmalı)

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

(burada doldurulmalı)

8 Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak

(burada doldurulmalı)

9 Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)

(burada doldurulmalı)

1. Energetikanın Texniki və Fiziki Problemləri üzrə 11-ci Beynəlxalq Konfrans, 10-12 Sentyabr, 2015, Buxarest, Rumıniya (divar məruzəsi).
2. BDU-nun Fizika Problemləri İnstitutunun yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş "Opto-, nanoelektronika və kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası" Beynəlxalq konfransın materialları, Bakı, 25-26 dekabr, 2015, s. 60-63 (şifahi).

10 Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları

(burada doldurulmalı)

Layihə üzrə aşağıdakı avadanlıq əldə olunmuşdur:

1. Noutbuk kompüter ACER TMP256-MG-7170, Core i7-4510U/8, proqram təminatı ilə (1 dəst)
2. Çoxfunksiyalı printer 3-ü 1-də (1 ədəd)
3. 3-ü 1-də çoxfunksiyalı printer üçün kartric (2 ədəd)
4. Xarici yaddaş (sərt disk) Toshiba 1Tb HDD (2 ədəd)

11 Yerli həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurulmalı)

12 Xarici həmkarlarla əlaqələr

(burada doldurulmalı)

13 Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)

(burada doldurulmalı)

14 Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
(burada doldurmalı)

15 Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
(burada doldurmalı)

16 Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)
(burada doldurmalı)

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Müəviri

Babayeva Ədilə Əli qızı

(imza)

"09" 02 2016-cı il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Barxalov Barxal Şaban oğlu

(imza)

"09" 02 2016-cı il

Baş məsləhətçi

Qurbanova Səmirə Yaşar qızı

(imza)

"09" 02 2016-cı il