

**ŞÜŞƏVARI VƏ KRİSTALLİK SiO<sub>2</sub>-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O SİSTEMLƏRİNİN AŞAĞI TEMPERATURLARDA İSTİLİK TUTUMUNUN ANOMALİYASI**

**NÜSRƏDDİN NADİR OĞLU ƏLİYEV**

*Azərbaycan Tibb Universiteti, Tibbi və bioloji fizika kafedrası*

Email: [nusreddin.aliyev@mail.ru](mailto:nusreddin.aliyev@mail.ru)

Şüşəvari və kristallik SiO<sub>2</sub>-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O sistemlərində 5÷30 K temperatur bölümündə C(T)/T<sup>3</sup> – asılılığının gedişində anomaliya müşahidə olunmuşdur. Müəyyən edilib ki, həmin sistemlərdə C(T)/T<sup>3</sup> funksiyası üçün maksimum uyğun olaraq 13 K və 15 K temperaturda yerləşir. Bu sistemlərdə istilik tutumunun temperatur asılılığındakı anomaliya kvazilokal rəqslərin mövcudluğu ilə bağlıdır.

**Açar sözlər:** istilik tutumu, anomaliya, Debay nəzəriyyəsi, kvazilokal rəqslər.

Şüşəvari materialların fiziki xassələrində müşahidə olunan anomaliyaları yaranan kiçik energetik həyəcanlanmaların (1÷10 eV) təbiəti haqqında ədəbiyyatda intensiv tədqiqatlar aparılır [1-3]. Müəyyən edilib ki, helium temperaturu bölümündə amorf maddələrin təcrübədən alınan xüsusi istilik tutumunun qiyməti nəzəri hesablanmış qiymətindən əhəmiyyətli dərəcədə yuxarıdır və

$$C = C_1T + C_3T^3$$

Düsturu ilə ifadə olunur. Burada C<sub>1</sub> = (1 ÷ 5) · 10<sup>-6</sup> q<sup>-1</sup>K<sup>-2</sup> və C<sub>3</sub> > C<sub>D</sub> (C<sub>3</sub> –ün qiyməti Debay nəzəriyyəsi əsasında alınan C<sub>D</sub> –in qiymətindən ~3 dəfə böyükdür – 1 K temperaturda elastik kontiniumun xüsusi istilik tutumudur [2]. Qeyd edildiyinə görə kvars şüşə (SiO<sub>2</sub>) üçün anomaliyanın xətti 1 K temperaturdan aşağıda yerləşir, C(T)/T<sup>3</sup> funksiyasının maksimumu isə ~10 K temperaturla uyğundur.

Amorf materialların (5÷30 K) temperatur bölümündə xüsusi istilik tutumunun təcrübi qiymətinin nə-

zəri hesablama qiymətindən xeyli yüksək olması [3] işdə də göstərilib. Fərz edilir ki, nizamsız quruluşa malik materiallarda atomların əksər hissəsi (~10 % - ümumi sayın) “yumşaq” anharmonik potensialla xarakterizə olunur. Bu isə şüşəvari materiallarda kvazilokal rəqslərin yaranmasına səbəb olur və həmin materialların aşağı temperaturlarda istilik tutumunun temperatur asılılığında əlavə istilik tutumunun yaranmasına (anomaliyasına) gətirir.

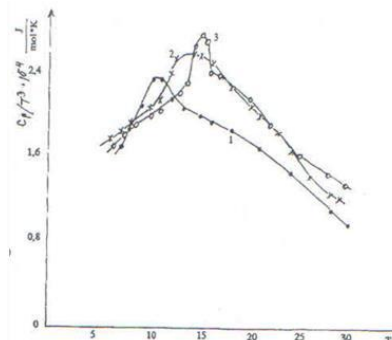
Bu anomaliya bizim tədqiq etdiyimiz bütün şüşəvari materiallarda tərkibindən asılı olmayaraq 5÷30 K temperatur intervalında əlavə istilik tutumunun yaranmasına səbəb olub [4-5].

Tədqiq olunan materialların istilik tutumunun Cp(T) təcrübi qiymətləri əsasında standart T=298,15 K temperaturda termodinamik funksiyaların – entropiya, entalpiya və Gibbs cədvəldə verilib. Habelə, cədvəldə həmin sistemlərin C(T)/T<sup>3</sup> funksiyası üçün maksimuma uyğun temperaturlar (13 K və 15 K uyğun olaraq) göstərilib (cədvəl 1).

Cədvəl 1.

Şüşəvari və kristallik SiO<sub>2</sub>-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O-Na<sub>2</sub>O üçün T=298,15 K standart temperaturda istilik tutumu entropiya, entalpiya və sərbəst Gibbs enerji dəyişməsi

Nümunələr	Şüşə və kristallik tərkibi, mol %	Cp kal/mol·K	ΔS kal/mol·K	ΔH kal/mol·K	ΔF kal/mol·K	θ <sub>0</sub> , K	T <sub>max</sub>
1	SiO <sub>2</sub> - şüşəvari	11,27	10,69	1765	4,77	385	10
2	2,50 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 10,34 K <sub>2</sub> O · 1,13 Na <sub>2</sub> O şüşəvari	12,16	13,14	1976	5,64	220	13
3	71,84SiO <sub>2</sub> · 14,19 PbO · 2,50B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 10,34 K <sub>2</sub> O · 1,13Na <sub>2</sub> O kristal	12,76	14,28	2185	6,95	150	15



Şəkil 1. Şüşəvari və kristallik SiO<sub>2</sub> – PbO – B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – K<sub>2</sub>O -Na<sub>2</sub>O sisteminin C(T)/T<sup>3</sup>-in temperatur asılılığı: 1. Şüşəvari SiO<sub>2</sub>; 2-3 Şüşəvari və kristallik - SiO<sub>2</sub> – PbO – B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – K<sub>2</sub>O -Na<sub>2</sub>O

Biz şüşəvari və kristallic  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-Na}_2\text{O}$  sistemlərinin  $5\div 300$  K temperatur intervalında istilik tutumunun temperatur asılılığını təcrübə olaraq öyrənmişik [6].

Hazırkı işdə şüşəvari və kristallic  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-Na}_2\text{O}$  sistemlərində istilik tutumunun  $5\div 30$  K temperatur bölümündə  $C(T)/T^3$  – asılılığı tədqiq edil-

miş və anomaliya müşahidə olunmuşdur. Tədqiq olunan sistemlərin  $C(T)/T^3$  funksiyası üçün maksimum (“pik”) uyğun olaraq 13 K və 15 K temperaturda yerləşir (şəkil 1).

Beləliklə, şüşəvari və kristallic  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-Na}_2\text{O}$  sistemlərində  $\sim 10\div 30$  K temperatur intervalında  $C(T)/T^3$  asılılığındakı “pik”-in olması həmin sistemlərdə kvazilokal rəqslərin mövcudluğu ilə bağlıdır.

- 
- [1] Amorphous solids low-temperature properties, Ed *W.A.Philips*, N.Z., (1981) 180.
- [2] *N.Bilir, W.A.Phipps*. Phonon in  $\text{SiO}_2$ : the low temperature heat capacity of cristobalite, *Philosoph. Mag. J.Theoret Exper.Appl.Phys.* 32, N1 (1975) 113-122.
- [3] *J.C.Philips*.  $T^3$  specific heat anomaly in network solids. *Phys. Rev.*, 32 (1985) 5356-5361.
- [4] *N.N.Əliyev*. Şüşəvari  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$  və  $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$  sistemlərinin aşağı temperaturlarda istilik tutumunun anomaliyası AMEA xəbərləri. Fizika-

- texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, fizika və astronomiya 2014, № 2, s.125-129.
- [5] *N.N.Əliyev*. Şüşəvari  $\text{SiO}_2$  əsasında iki və üç komponentli şüşəyəbənzer sistemlərin aşağı temperaturlarda istilik tutumunun anomaliyası. AMEA xəbərləri. Fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, fizika və astronomiya. 2015, № 5, s.108-111.
- [6] *H.H.Алиев*. Теплоемкость стеклообразного и кристаллического  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-Na}_2\text{O}$  при низких температурах. *Fizika*. Cild IV, № 1, 1998.