

**ISPITIVANJE ELEKTRIČNOG OTPORA AMORFNIH I
RELAKSIRANIH BINARNIH SISTEMA ZrCu**

**INVESTIGATION OF ELECTRICAL RESISTANCE IN AMORPHOUS
AND RELAXED BINARY ZrCu SYSTEMS**

Doc.Dr.Sc. Suada BIKIĆ, physicist
Faculty of Metallurgy and Materials Science, Zenica, B&H

Mr.Sc. Suada SULEJMANOVIĆ, physicist and Nusret BAJROVIĆ, physicist
Faculty of Sciences, Dept. Physics, Sarajevo, B&H

Doc.Dr.Sc. Izet GAZDIĆ, physicist
Faculty of Sciences, Dept. Physics, Tuzla, B&H

Doc.Dr.Sc. Diana ĆUBELA, B.Sc. and Mr.Sc. Almaida GIGOVIĆ-GEKIĆ, B.Sc.
Faculty of Metallurgy and Materials Science, Zenica, B&H

REZIME

U ovom radu su prezentirani rezultati ispitivanja električnog otpora binarnih amorfnih i relaksiranih sistema sastava Zr₄₉Cu₅₁, Zr₄₀Cu₆₀ i Zr₃₅Cu₆₅. Amorfni sistemi su relaksirani na temperaturi od 573K u toku 5 sati.

U ovom radu su provjeravani rezultati kvantne teorije električnog otpora amorfnih i kristalnih metala.

Ispitivanja su provedena u temperaturnom intervalu od 85K do 280K posmatranjem ovisnosti električnog otpora o temperaturi. Za eksperiment je poslužila jako osjetljiva metoda za mjerenje električnog otpora u ovisnosti o temperaturi.

Istraživanja su fundamentalna i pripadaju oblasti fizike čvrstog stanja i fizike metala.

Dobijeni rezultati su prezentirani grafički.

Ključne riječi: amorfni metalni sistemi, električni otpor, fazni prijelazi

ABSTRACT

In this paper the investigation of electrical resistance in binary amorphous and relaxed Zr₄₉Cu₅₁, Zr₄₀Cu₆₀, Zr₃₅Cu₆₅ systems was reported. Amorphous systems were relaxed at temperature 573K for 5 hours.

That was the test of the theoretical results of the quantum theory electrical resistance of amorphous systems and relaxed systems.

The tests were conducted in temperature range from 85K to 280K by investigation the temperature dependence of the electrical resistance. A special sensitive method for measuring electrical resistance was used for this investigation.

The research is fundamental, i.e. belongs to physics of the solid state and physics of metals.

The obtained results are presented graphically.

Keywords: Amorphous Metallic Alloys, Electrical Resistance, Phase Transition

1. UVOD

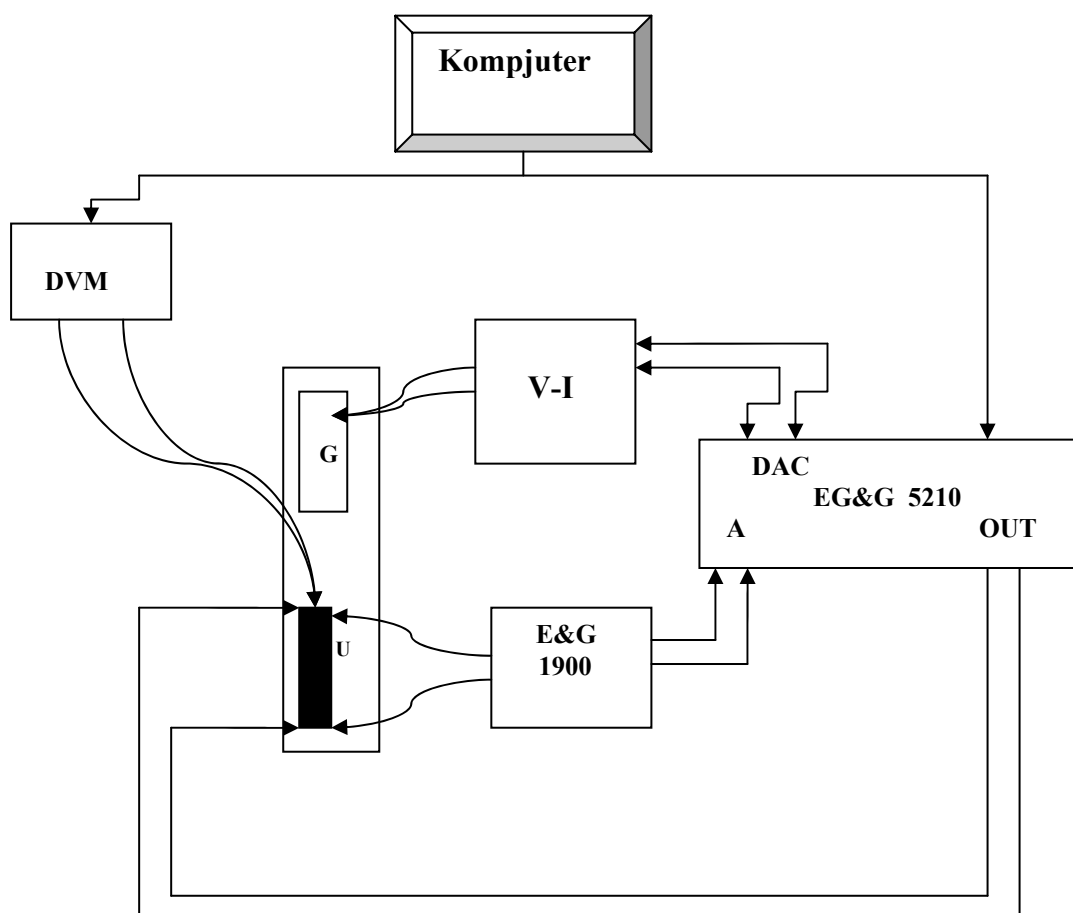
Kvantna teorija predviđa da kod amorfnih metalnih sistema električni otpor sistema opada sa porastom temperature pošto su disperzioni efekti u tim sistemima veći nego u uređenim sistemima [3]. Sa porastom temperature amorfno sistema, sistem se postepeno uređuje te disperzioni efekti u sistemu se smanjuju a samim tim i električni otpor. Očekuje se da sa relaksacijom sistema apsolutna vrijednost otpora opadne.

U kristalnim metalnim sistemima poznato je da električni otpor sistema raste sa porastom temperature. Ovisno o stepenu relaksacije, tj. da li je sistem nakon relaksacije prešao u kristalno stanje ponašanje električnog otpora u ovisnosti o temperaturi će to pokazati.

2. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE

U laboratoriji za fiziku metala na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu proizvedene su legure sastava Zr35Cu65 (Zr: 35 at.%; Cu: 65 at.%), Zr40Cu60 (Zr: 40 at.%; Cu: 60 at.%), Zr49Cu51 (Zr: 49 at.%; Cu: 51 at.%), u elektro-lučnoj vakuumskoj peći u atmosferi argona [1]. Nakon dobijanja navedenih legura od njih su se proizvele amorfne trake tzv. melt-spinning metodom [2].

Ovisnost električnog otpora o temperaturi je proveden jako osjetljivom metodom čiji shematski prikaz je dat na slici 1. gdje su: EG&G 5210 fazno osjetljivi detektor (lock-in amplifier) koji služi kao izvor ac signala napona od 1V i jačine struje od 1mA, zatim kao izvor dc napona od 1V do 15V i kao instrument za mjerenje izlaznog naponskog ac signala sa uzorka čija se osjetljivost

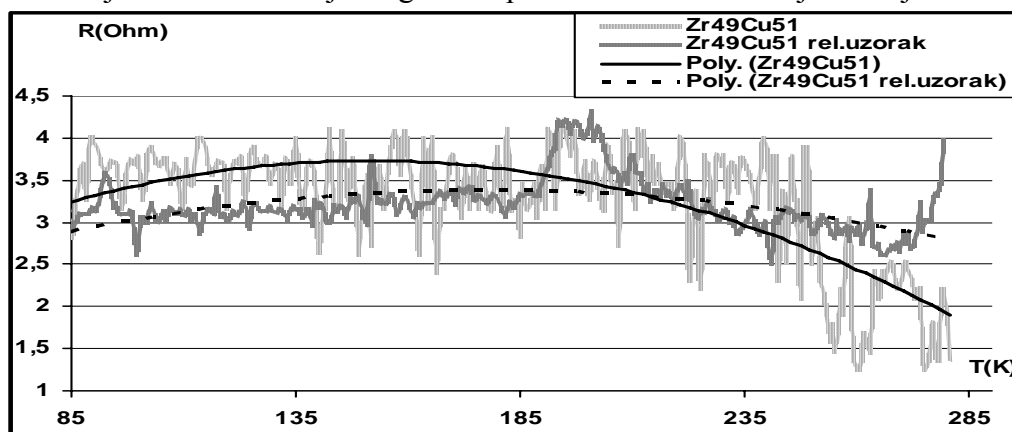


Slika 1. Shematski prikaz sistema za mjerenje električnog otpora uzorka u ovisnosti o temperaturi.

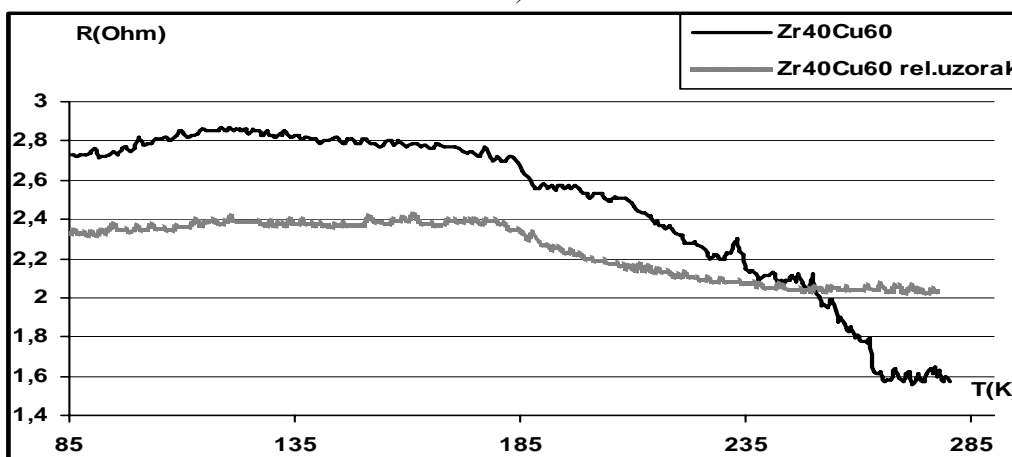
kreće od 3V do 1nV, DVM-Keithley (instrument za mjerenje napona sa tačnošću do šeste decimale-temperature), V-I-potenciometar i EG&G 1900-transformator (pojačalo koje pojačava signal od 10 do 1000 puta, radna frekvencija mu je 28,4Hz), G-grijač, U-uzorak.

3. REZULTATI I ZAKLJUČCI

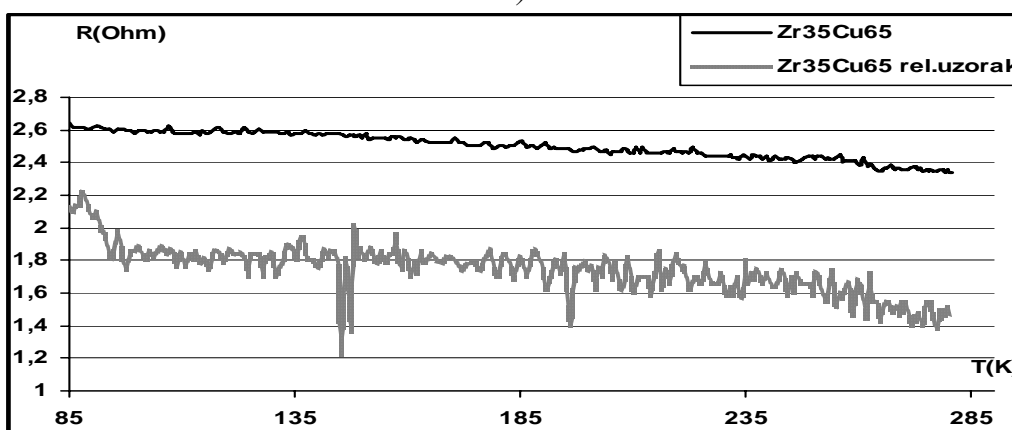
Analizom dobijenih rezultata koji su grafički prikazani može se zaključiti slijedeće:



a)



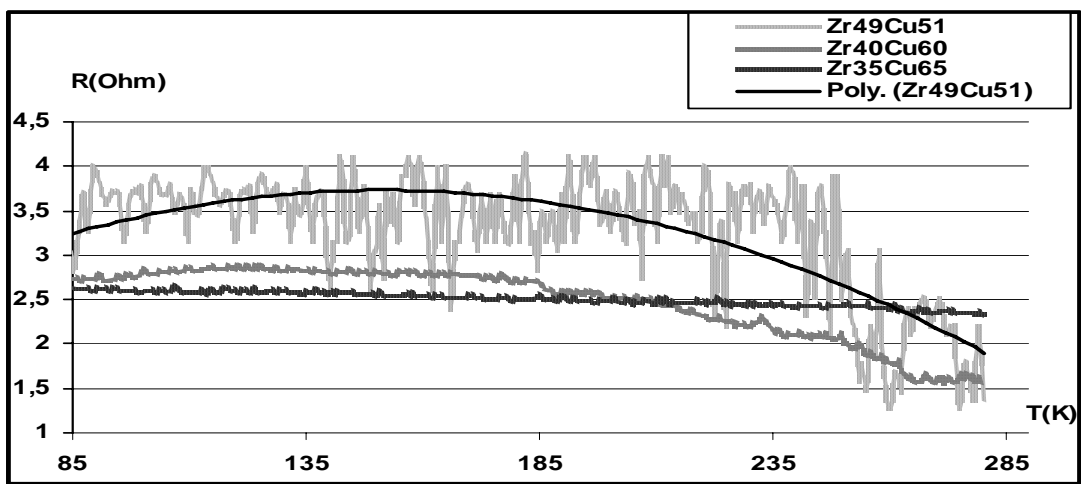
b)



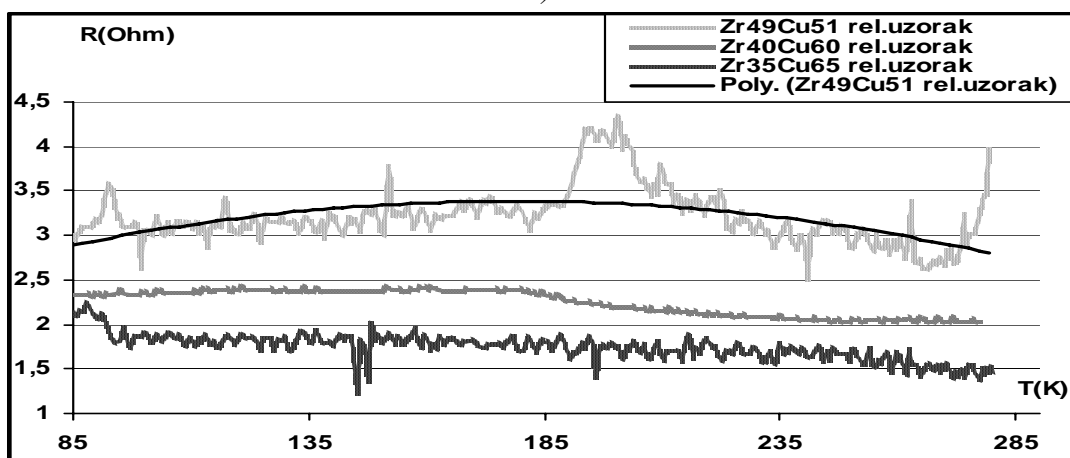
c)

Slika 2. Ovisnost električnog otpora o temperaturi (rel.-relaksiran).

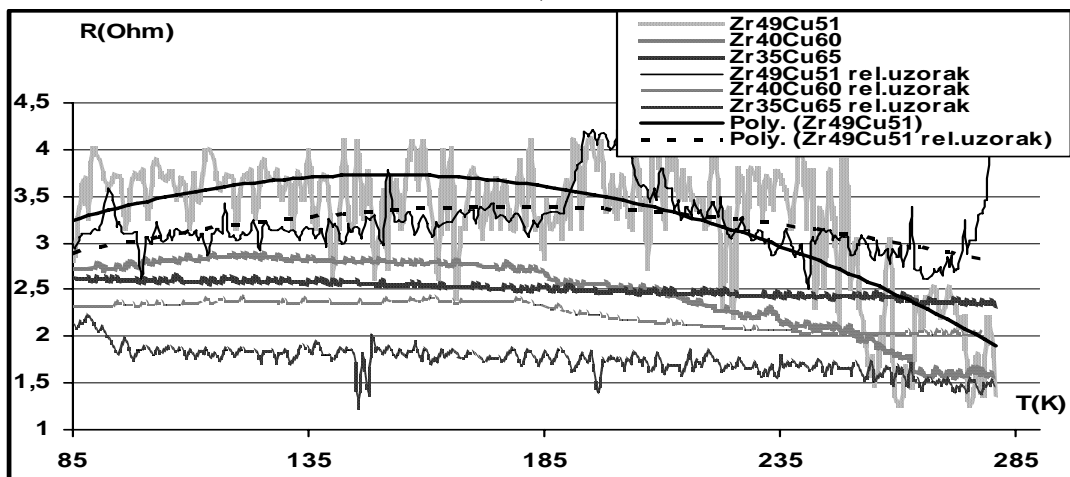
- a) Ovisnost električnog otpora o temperaturi amorfno i relaksiranog uzorka sastava Zr49Cu51
- b) Ovisnost električnog otpora o temperaturi amorfno i relaksiranog uzorka sastava Zr40Cu60
- c) Ovisnost električnog otpora o temperaturi amorfno i relaksiranog uzorka sastava Zr35Cu65



a)



b)



c)

Slika 3. Ovisnost otpora o temperaturi (rel.-relaksiran).

- a) Ovisnost električnog otpora o temperaturi amorfni uzoraka sastava Zr49Cu51, Zr40Cu60, Zr35Cu65
- b) Ovisnost električnog otpora o temperaturi relaksiranih uzoraka sastava Zr49Cu51, Zr40Cu60, Zr35Cu65
- c) Ovisnost električnog otpora o temperaturi amorfni i relaksiranih uzoraka sastava Zr49Cu51, Zr40Cu60, Zr35Cu65

1. Sa slike 2.a), b), c) vidi se da električni otpor amorfno i relaksiranog uzorka sastava Zr₄₉Cu₅₁, Zr₄₀Cu₆₀ i Zr₃₅Cu₆₅ sa porastom temperature opada.
2. Apsolutna vrijednost električnog otpora relaksiranog uzorka u odnosu na amorfan uzorak je opala (slika 2.).
3. Amorfnost uzorka i nakon relaksacije je zadržana obzirom na sličnu ovisnost električnog otpora, apsolutne promjene otpora (slika 2.) o temperaturi relaksiranog i amorfno uzorka.
4. Sa slike 3.a) vidi se da električni otpor amorfno uzoraka sastava Zr₄₉Cu₅₁, Zr₄₀Cu₆₀, Zr₃₅Cu₆₅ sa porastom temperature opada, a opada i sa porastom bakra u sistemu.
5. Apsolutna vrijednost električnog otpora relaksiranih uzoraka sastava Zr₄₉Cu₅₁, Zr₄₀Cu₆₀, Zr₃₅Cu₆₅ sa porastom temperature opada, a opada i sa porastom bakra u sistemu, slika 3. b).
6. Amorfno uzoraka i nakon relaksacije je zadržana.
7. Uzorak sastava Zr₄₀Cu₆₀ se bolje relaksirao nego uzorak sastava Zr₃₅Cu₆₅ jer ovisnost električnog otpora, apsolutne promjene otpora, slika 2. b), slika 2. c), je manje intenzivna u temperaturnom intervalu od 185K do 280K. Nagib krive za relaksirani uzorak u tom intervalu temperatura je manji u odnosu na amorfno uzorak.
8. Pretpostavlja se da je temperatura prelaska u kristalno stanje uzorka sastava Zr₄₀Cu₆₀ u odnosu na temperaturu prelaska u kristalno stanje uzorka sastava Zr₃₅Cu₆₅ niža.

4. REFERENCES

- [1] I.Gazdić, S.Bikić, S.Sulejmanović, N.Bajrović i M.Tais, »Metastabile states of amorphous alloys«, Proceedings, 9th International Research/expert Conference, Trends in the development of machinery and associated technology TMT 2006, held at Barcelona-Lloret de Mar, Spain 11-15 September 2006. 1239-1242, (2006).
- [2] S.Sulejmanović, I.Gazdić, S.Bikić, N.Barović, M.Tais, S.Mijović i T.Mihać, » Modificirana melt spinning metoda za proizvodnju amorfno traka sa znatnim stepenom reproducibilnosti« Sveske Akademije nauka i umjetnosti BiH, (prihvaćeno za štampu 2003).
- [3] K.V. Rao, "Electrical transport properties", in Buteworths monographs in materials, ed.by F.E.Luborsky, Buteworths monographs in materials, Butterworth & Co (Publishers) Ltd, London, 401-429(1983).

