



ИПАК ТОЛАЛАРИНИНГ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ ХОССАЛАРИГА ТАШҚИ ОМИЛЛАР ТАЪСИРИ

Жавохир Фахриддин ўғли Шарипов

Тошкент кимё технология институти Янгиер филиали, ўқитувчи

Севара Одилбек қизи Таваккалова

Тошкент кимё технология институти Янгиер филиали, талабаси

Моҳларойим Отабек қизи Асадова

Тошкент кимё технология институти Янгиер филиали, талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6590789>

АННОТАЦИЯ: Табiiй толалардан тайёрларган яримўтказгичларнинг фундаментал параметрларини аниқлаш; электрўтказувчанлигининг температурага боғлиқлик қонунияларини намоён қилиш; электроникада янги элементларини яратиш; хар хил табiiй яримўтказгичли толаларда кечадиган электрон жараёнларнинг механизмларини ўрганиш долзарб илмий муаммолардан ҳисобланади.

Ҳали ўрганилмаган «АГУ-112» навли ипак толалари (ИТ) ни турли моддалар билан легирлаб, электрўтказувчанлигини температурага боғлиқлиги хоссаларини текшириш.

ИТ ни $Al_2(SO_4)_3$ ва $Cu(SO_4)$ моддалари билан легирлаш технологияси яратиш. 3. Легирланмаган ва легирланган ИТ нинг электрўтказувчанлиги ҳарорат ортиб бориши билан экспоненциал равишда ортиб бориши кузатиш.

Табiiй толаларнинг электрофизикавий хусусиятларини тадқиқ этишда, электроника соҳасида таркиби янги тузулишда ясалган электрик элементлар яратиш мумкин.

Калит сўзлар: Яримўтказгич, легирлаш, «АГУ-112» навли ипак толалари, термоэлектрик

ABSTRACT: Determination of fundamental parameters of semiconductors made of natural fibers; demonstration of the laws of temperature dependence of electrical conductivity; creation of new elements of electronic equipment; The study of the mechanisms of electronic processes in various natural semiconductor fibers is one of the current scientific problems.



Investigation temperature dependence of electrical conductivity properties by doping unexplored silk fibers (SF) of “AGU-112” variety with various substances.

Development of technology for doping SF with $Al_2(SO_4)_3$ and $Cu(SO_4)$. Observe that the electrical conductivity of undoped and doped SF increases exponentially with increasing temperature.

In the study of the electrophysical properties of natural fibers, in the field of electronics it is possible to create electrical elements whose composition is made in a new structure.

Key words: semiconductor, doping, silk fibers of “AGU-112” variety, thermoelectric

КИРИШ

Ҳозирги даврда органик яримўтказгичларни ўрганиш жадал ривожланиб, органик дисплейлар, фотоэлементлар ва бошқа электр-элементлар яратилмоқда. Пахта ва ипак толалари дунёда биринчи марта яримўтказгич хоссаларга эга эканлиги аниқланди. Текширишлар шуни кўрсатадики, пахта ва ипак навларига қараб унинг хусусиятлари ҳар хил бўлар экан. Табиий яримўтказгич толаларни кенг миқёсда ва комплекс тадқиқ қилиш янги физикавий қонуниятларини намоён қилиш ва улар асосида электрон техникани бутунлай янги дискрет элементларини яратиш имкониятини беради.

Бугунги кунда дунёда табиий яримўтказгичлардаги физик жараёнларни тадқиқ қилишга алоҳида эътибор қилинмоқда. Бу йўналишда энг муҳим вазифалардан бири ҳисобланган, қуйидаги мақсадли илмий тадқиқот ишларини олиб бордик: табиий яримўтказгичли толаларнинг фундаментал параметрларини аниқлаш; электрўтказувчанликни температурга боғлиқлик қонунияларини намоён қилиш; легирилган пахта ва ипак толаларини яримўтказгичли хоссасининг фотоўтказувчанлик кинетикаси аниқлаш; электрон техникани янги элементларини яратиш; ҳар хил табиий яримўтказгичли толаларда кечадиган электрон жараёнларнинг механизмларини ўрганиш долзарб илмий муаммолардан ҳисобланади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Мавзуга тегишли бўлган адабиётлардан маълумки, табиий толалар орасида ипак толаларининг физик хоссалари камроқ ўрганилган. Шулар орасидан механик хоссалари

кўпроқ ўрганилган. Ташқи юкланиш толага берилса, унда кучланиш таъсир этиш йўналиши бўйлаб толага деформацион хоссалари ўрганилган. Ипак толасини механик параметрларига турли муҳитларда турли таъсир кўрсатиши аниқланган.

Ипаккурти ривожланиши ва пилла ўраш даврида ташқи муҳит ҳарорати ва намлиги ўзгариши таъсири толаларнинг структурасини ўзгаришига олиб келади, бундай таъсир ипак толасини маълум электрофизик хоссалари турлича бўлган намуналарни тайёрлаш имконини беради.

Шу кунгача йод билан легирланган Орзу, Юлдуз, Ипак-1, Ипак-2 навли ипак толаларининг фото ва электрўтказувчанлиги тадқиқ қилинган. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ипак толаларининг электрофизикавий хусусиятлари навига боғлиқ экан.

Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики, табиий толалар ичида «АГУ-112» навли ипак толаларининг физикавий хусусияти ҳозирги кунгача текширилмаган. Бу табиий толаларни электрўтказувчанлигининг температурага боғлиқлигини текшириш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Илмий ишни бажариш жараёнида ипак толаларининг, электрўтказувчанликни температурага боғлиқлигини юқори аниқликда аниқлайдиган замонавий методлардан фойдаланилган.

НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

Табиий толаларни турли моддалар билан легирлаш технологияси:

Легирлаш учун таркибида металл атомлари бўлган сув ёки спирт каби суяқликлар билан бирга эритма ҳосил қиладиган кимёвий моддалардан фойдаланиш мумкин. Табиий толаларни легирлаб тажрибалар ўтказилганда яхши натижалар намоён этган моддалар:

Бу тадқиқотда биз асосан алюминий сулфат ва мис сулфат билан легирлашни танладик.

Ипак толалари асосида намуналар тайёрлаш технологияси:

Тажриба учун «АГУ-112» навли ипак толалари танлаб олинган. Тажрибада $Al_2(SO_4)_3$ ва $CuSO_4$ моддаларининг 1% ва 5% сувдаги эритмаси олинди. Ипак толалари камида 30 минут бу эритмалар ичига солиниб шимдирилди. Эритма билан тўлиқ ҳўлланган толалар

термостат ичига жойланиб 75°C ли ҳароратда 5 соат давомида легирланди. Бунда киритилган модда иссиқ ҳарорат тасирида толалар ичига диффузияланиб кириб қолади. Толалар таркибига кириб қолган атомлар унинг электрофизик хоссаларини бир неча ўн бараварга оширади.

Легирланмаган ва турли моддалар билан легирланган толалар параллел ҳолга келтирилади, толаларни 1 см оралиғида четлари кесиб олинади.

Омик контактлар олиш учун электрўтказувчи елим ишлатилади. Электрўтказувчан елимлар, биринчи навбатда, электроникада самарали фойдаланиладиган элим ҳисобланади. Унинг электрўтказувчан моддаси одатда умумий таркибнинг 80% ва қолган қисми электрўтказувчан компонент ушлаб турадиган бириктирувчи елимдан иборат. Электрўтказувчи компонентнинг зарралари бир-бирига тегиб туради ва шу билан электр токини ҳосил бўлади.

Электрўтказувчи елим таркибидаги компонент кумуш, никел, мис ёки графит бўлиши мумкин. Бошқа кимёвий моддалардан таёрланганлари сифати пастроқ бўлади. Ёпиштирувчи компонент лак, синтетик қатрон ёки силикон бўлиши мумкин. Электрўтказувчилар компонент тури ва контсентрациясининг ўзгариши елимнинг қаршилигини ўзгартиради. Electrolube томонидан ишлаб чиқарилган одатдаги кумуш асосли электрўтказувчи елим таркибида қуйидаги нисбатларда ингредиентлар мавжуд:

Кумуш 30-60%

Этоксипропан 10-30%

Этанол 10-30%

Асетон 5-10%

Бундай электр ўтказувчи елим 1 см узунликдаги ва 20 мкм қалинликдаги парданинг қаршилиги $3 \cdot 10^2$ Ом га эга. Электр ўлчашлар натижасида намуналарни вольтампер характеристикалари (ВАХ) чизиқли эканлиги маълум бўлди. Бир неча марта қайта ўлчанганда ҳам, ВАХ да ўзгаришлар кузатилмади.

Шуни таъкидлаш лозимки, корпусда паралелл жойлашган толалар сони 5000-8000 донани ташкил этади. Шундай қилиб, намуналар бир бирига паралелл жипс жойлаштирилган, умумий оғирлиги 1-3 мг. Намуна узунлиги 8-10 мм ни ташкил этган.



1-расм. "АГУ-112" навли упак толасидан тайёрланган намуналар

3-жадвал

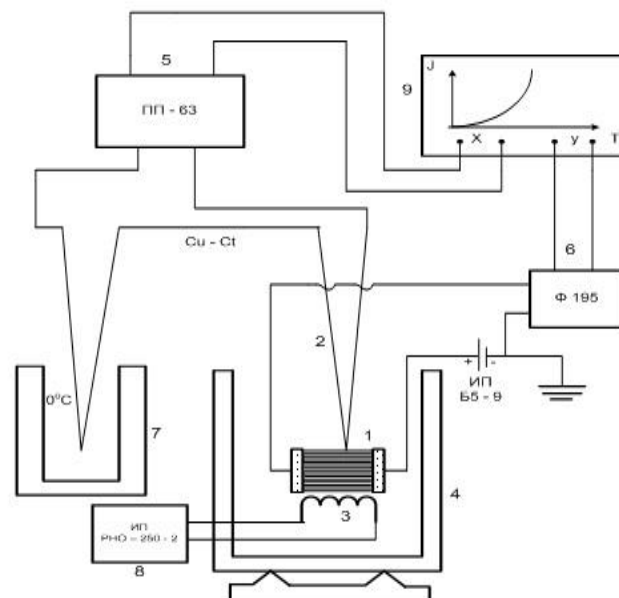
System Type	Product	Filler	Adhesive Volume Resistivity
One part epoxy	EP3HTSDA-2	Silver	<0.001 ohm-cm
Two part epoxy	EP21TDCS-LO	Silver	<0.001 ohm-cm
Two part epoxy	EP79FL	Silver coated nickel	<0.005 ohm-cm
Two part epoxy	EP76M	Nickel	5-10 ohm-cm
Two part silicone	MasterSil 155	Graphite	20-40 ohm-cm
One part silicone	MasterSil 705S	Silver	<0.01 ohm-cm
Epoxy film	FL901S	Silver	<0.0002 ohm-cm
One part elastomer	X5G	Graphite	5-10 ohm-cm

Мастер бонд компанииясининг турли хилдаги электрўтказувчи елимлари берилган, 1-устунда ёришқоқ компонент, 2-устунда махсулот номи, 3-устунда электрўтказувчи компонент ва 4-устунда ҳажмий қаршилиги берилган (3-жадвал).

Табиий толаларнинг электрўтказувчанлигини температурага боғлиқлигини ўлчаш методи: Волт-ампер характеристикасини (ВАХ) $T = 300\text{K}$ температурада оддий методикадан фойдаланилади. Юқори сифатли натижаларга ега бўлиш учун жуда кичик тоқларини сезувчи ўлчаш шкаласи рақамли наноамперларда бўлган DMM6500 номли мултиметрдан фойдаланилади.

Одатда яримўтказгич материаллар электроўтказувчанлиги температурага боғлиқлиги экспоненциал равишда ўзгаради. Пахта толалари ҳам худди шундай физик хусусиятга эгадир. Ипак толаси хона температурасида электроўтказувчанлиги нисбатан кам бўлади. Температурани ошириб борган (тахминан- 35°C - 100°C гача) сари ипак толаларини электр ўтказувчанлиги ошиб борганини кузатамиз.

Табий толаларнинг температура таъсирида электроўтказувчанлигини ўлчашларда $\text{Cu}+\text{St}$ махсус термокамерасидан фойдаланилади. Ўлчашлар оралиғи температураси 0°C - 140°C бўлади



2-расм. Ипак толаларининг температура таъсирида электроўтказувчанлигини ўлчаш қурилмаларини электрик схемаси

Бу ерда, 1 – намуна, 2 – терморара $\text{Cu} - \text{St}$, 3 – қизитгич, ПП – 63,

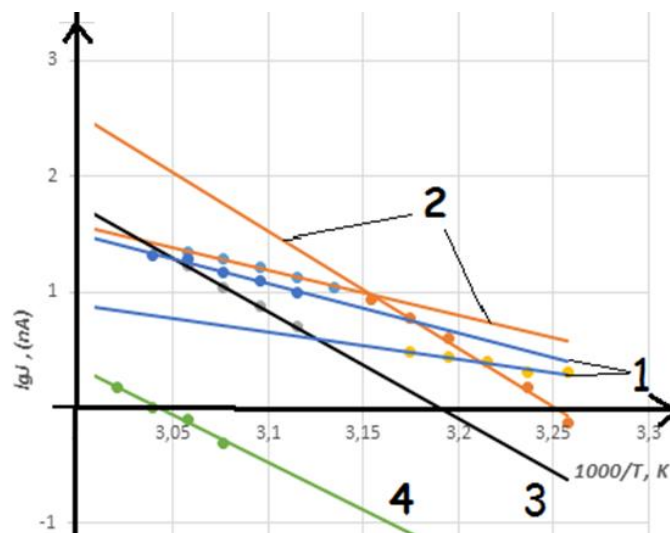
4 – термостат, 5 – потенциометр, 6 – наноамперметр $\Phi 195$, 7 – дьюар идиши, 8 – ток манбаи, 9 – потенциометр.

« АГУ-112» навли ипак толасининг электроўтказувчанлигининг температурага боғлиқлиги. Ҳароратни ошириш натижасида яримўтказгичнинг электроўтказувчанлиги

экспоненциал $I \sim \frac{l}{RS} = \sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$ қонун бўйича ошади. Агар яримўтказгичда донорва акцептор аралашмалар бор бўлса абсолют нол температурада аралашмали яримўтказгичда, умуман электрон (ковак)лар бўлмайди. Температуранинг ошиши билин аралашмадаги электронлар эркин ҳолатига ўтади. Чунки, аралашманинг активлаштириш энергияси яримўтказгич атомларининг активлаштириш энергиясидан жуда кичик бўлади. Температурани ошириб бориш аралашма атомларини ионлашишига олиб келади. Яримўтказгичда киришмавий электрўтказувчанлик содир бўлади.

Шундай қилиб, паст температурада хусусий электрўтказувчанликни, юқори температурада аралашмали яримўтказгични ҳосил бўлади.

Тақиқланган зона E_g соҳа қанчалик катта бўлса электронга ўтказувчанлик соҳасига сакраб ўтиши учун шунчалик катта энергия керак бўлади. Шунинг учун хусусий яримўтказгични юқори температурада қиздириш керак.



3-расм. Кучланиш $U_{const}=100В$. «АГУ-112» навли ипак толасининг электрўтказувчанлигининг температурага боғлиқлиги.

1) 5% ли $Al_2(SO_4)_3$ активация энергияси $E_{t1} = 1.08$ эВ. $E_{t2} = 0.55$ эВ. (кўк чизиқ)

2) йод активация энергияси $E_{t1} = 0.78$ эВ. $E_{t2} = 1.85$ эВ. (сарик чизиқ)

3) 5% ли $CuSO_4$ активация энергияси $E_t = 1.85$ эВ. (қора чизиқ)

4) легирланмаган намуналар. активация энергияси $E_t = 1.64$ эВ. (яшил чизиқ)

3-расмдан «АГУ-112» навли ипак толасининг электрўтказувчанлиги ($\sim\sigma$) температуранинг $0\div 100^\circ\text{C}$ оралиғида активлаштириш энергияси экспоненциал қонун бўйича ўсиши кузатилган. Тадқиқотлар натижасида «АГУ-112» навли ИТ дан ўтаётган токнинг қиймати ташқи хароратга экспоненциал равишда боғлиқ холда ортиши кузатилди. Биз «АГУ-112» навли ипак толаларидан тайёрланган ва $65-75^\circ\text{C}$ температуралар атрофида ишлов берилган намуналарни текшириш натижасида турли температураларда ишлов берилган ва ўзгармас кучланиш берилганда активация энергиялари турли хил бўлишини аниқладик. 75°C температурада 5 соат давомида ишлов берилди ва текшириш 100В кучланиш берган ҳолда ўтказилди. Текширишлар натижасида намунанинг активация энергиялари аниқланди (3-расмлар).

ХУЛОСА

1) Табиий толаларнинг электрофизик хоссаларининг ўрганиш учун ўлчаш қурилмалари йиғилди ва натижалар олиниб ўрганилди

2) Илк бор ҳали физикавий хусусиятлари татқиқ қилинмаган «АГУ-112» навли ипак толаларининг электрофизикавий хоссалари аниқланди.

-- «АГУ-112» навли ипак толаларини $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва $\text{Cu}(\text{SO}_4)$ билан легирлаш технологияси яратилди.

-- Бошланғич (легиранмаган), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва $\text{Cu}(\text{SO}_4)$ билан легиранган «АГУ-112» навли ипак толаларининг электрўтказувчанлиги ҳарорат ортиб бориши экспоненциал равишда ортиб бориши кузатилди. Бу эса текширилган намуналар яримўтказгич хоссасига эга эканлигини тасдиқлайди.

3) Бошланғич (легиранмаган), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ва $\text{Cu}(\text{SO}_4)$ билан легиранган «АГУ-112» навли ипак толаларининг термик ионизацияланиш энергетик қийматлари ҳисоблаб топилди. 5% ли $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ да легираганда активация энергияси $E_{t1} = 1.08$ эВ, $E_{t2} = 0.55$ эВ. Йод билан легираганда $E_{t1} = 0.78$ эВ, $E_{t2} = 1.85$ эВ. 5% ли CuSO_4 билан легираганда $E_t =$



1.85 эВ ва легирланмаган намуналар активация энергияси $E_t = 1.64$ эВ га тенглиги аниқланди.

Фойдаланилган адабиётлар (REFERENCE)

Китоблар:

1. К.Е.Перепелкин.(1985). Структура и свойства волокон. М., «Химия», стр.208.
2. Усенко, Владимир, Андреевич (1985). «Переработка химических волокон»
3. R.Mitchell,C.M.Carr,M.Parfitt,J.C.Vickerman,C.Jones, (2005). Cellulose 12, 629.
4. L.Zuo,Y.Lu,L.A.Somers,A.T.C.Johnson,J.Am. (2009). Chem.Soc.131, 898.

Веб сайтлар

5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Silk> (Ипак толаси ҳақида)

6. <http://wwwchem.uwimona.edu.jm/courses/CHEM2402/Textiles/AnimalFibres.html>

(Ипак толаси тузилиши)

7. <https://www.tek.com/tektronix-and-keithley-digital-multimeter/dmm6500> (замонавий ўлчов асбоблари)

8. <https://www.masterbond.com/properties/electrically-conductive-adhesive-systems>

Икки ва ундан ортиқ муаллафлар

9. Б.Э. Тураев, Ж.Ж. Ҳамдамов, Ш.Ш. Шосаитов, А.Т. Мамадалимов. (2009). “Исследование физических свойств хлопковых и шелковых волокон армирующих композиционные материалы” Материалы Республиканской межвузовской научно – технической конференции «Нанокomпозиционные материалы» 16-17 апреля. Ташкент. стр. 35-36.

10. А.Т. Мамадалимов, А.К. Баймуратов, А.С. Закиров, С.А. Закиров, Ш. Отажонов, Ш. Утамуратова, Н.К. Хакимова, Ж.Ж. Ҳамдамов, Ш.Ш. Шосаитов. (2009). Новые материалы для электроники на основе природных полимеров с наноразмерной структурой. 5-ая конференция по физической электронике посвященное 100 – летию дня рождения У.А. Арифова. Тезисы докладов. Ташкент. 28-30 окт. ИЭ АН РУз. стр. 165.