ÜMUMMİLLİ LİDER HEYDƏR ƏLİYEVİN

ANADAN OLMASININ 100 İLLİYİNƏ HƏSR OLUNMUŞ

“MÜASİR TƏBİƏT VƏ İQTİSAD ELMLƏRİNİN AKTUAL PROBLEMLƏRİ”

MÖVZUSUNDA BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS

V - HİSSƏ

05-06 may 2023

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
GƏNCƏ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

Konfrans Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının

100-cü ildönümünə həsr olunub

MÜASİR TƏBİƏT VƏ İQTİSAD ELMLƏRİNİN AKTUAL PROBLEMLƏRİ

BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS

V HİSSƏ

GƏNCƏ – 2023

Baş redaktor: GDU-nun rektoru, kimya elmləri doktoru, professor Yusif Yusibov;
Baş redaktorun müavini: GDU-nun Elm və innovasiyalar üzrə prorektoru, dosent Pərvin Kərimzadə.

Konfransın proqram komitəsi

Sədr: Yusif Yusibov-rektor, kimya elmləri doktoru, professor;
Həmsədr: Pərvin Kərimzadə- prorektor, dosent;
Həmsədr: Şahin Xurşudov – prorektor, dosent;
Həmsədr: Vaqif Novruzov- kafedra müdiri, AMEA-nın müxbir üzvi, professor.

Proqram komitəsinin üzvləri:

1. Tofiq Nağıyev-akademik, AMEA-nın vitse-prezidenti, "Azərbaycan Milli Ensiklopediyası" Elmi Mərkəzinin direktoru;
2. Dilqəm Tağıyev- akademik, AMEA-nın vitse-prezidenti, Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunun baş direktoru;
3. İradə Hüseynova- akademik, AMEA-nın vitse prezidenti, AMEA-nın Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutunun direktoru;
4. Ədalət Muradov - professor, ADİU (UNEC) - nun rektoru;
5. Vaqif Fərzəliyev-akademik, AMEA-nın Aşqarlar Kimyası İnsitutunun baş direktoru;
6. Vaqif Abbasov-akademik, AMEA-nın Neft Kimya Prosesləri İnstitunun baş direktoru;
7. Fuad Əliyev-akademik, AMEA-nın Gəncə bölməsinin akademik katibi;
8. Məhəmməd Babanlı-AMEA-nın müxbir üzvi, AMEA-nın Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitunun icraçı direktoru;
9. Pənah Muradov-AMEA-nın müxbir üzvi, AMEA-nın Mikrobiologiya İnsitutunun direktoru;
10. Tariel Talıbov-akademik, Azərbaycan Respublikasının əməkdar elm xadimi;
11. Səyyarə İbadullayeva- professor, AMEA-nın Botanika İnstitutunun direktoru;
12. İmir Əliyev-professor, AMEA-nın Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunun laboratoriya müdiri;
13. Elşad Qurbanov-AMEA-nın müxbir üzvi, BDU-nun kafedra müdiri;
14. Nazim İmanov -professor, AMEA-nın İqtisadiyyat İnstitutunun baş direktoru;
15. Arif Həşimov-akademik, AMEA-nın Fizika İnstitutunun baş direktoru;
16. Aydın Əsgərov- professor, AMEA-nın Botanika İnstitutunun şöbə müdiri;
17. Canbaxış Nəcəfov-professor, Bakı Dövlət Universitetinin Zoologiya və fiziologiya kafedrası;
18. Solpan Qiniyatova – professor, Qazaxıstan Avrasiya Milli Universitetinin Atom fizikası kafedrası;
19. Muğan Quliyev - professor, GDU-nun Fizika və texniki fənlər fakültəsinin dekanı;
20. İsfəndiyar Alverdiyev- professor, GDU-nun Kimya-Biologiya fakültəsinin dekanı;
21. Vəfa Məmmədova-professor, GDU-nun Anatomiya, fiziologiya və zoologiya kafedrasının müdiri.

Konfrans materialları GDU-nun Nəşriyyat şöbəsinin və konfransın proqram komitəsinin 02 may 2023-cü il tarixli qərarı ilə çap olunur.

Nəşrə məsul: Nəşriyyat şöbəsinin müdiri, G.T.Cəfərova;
Mühəndis-proqramçı: S.A.Piriyev;
Operatorlar: Ş.M.Hüseynova, N.H.Nəbiyev.

Konfrans materialları, V hissə-Gəncə, 2023, 227səh

MÜNDƏRİCAT

YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASI

Əliyev S.İ., Cavadov E.M., Quliyev N.İ. *Otaq temperaturunda* $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ *kristalının qalıq fotokeçiriciliyi*.....7
Hasanov E. R., Mustafayeva R. K., Mammadova G. M.,Alakbarov A. I. *GaAs is an alternative energy source*.....9
Babayeva A. E., Əliyeva A. İ., Haşımova N. N., Rəhimov S. S. *Ag_2Te əlavə fazasının $AgSbTe_2$ birləşməsinin elektrikkeçiriciliyinə təsiri*.....12
Джафаров М.А., Мамедова Т.А. *Оптические и фотоэлектрические свойства тонких пленок CdS и гетеропереходов $CuInSe_2$/ $Cd_{1-x}Zn_xS$*.....14
Məmmədov E.M., Quliyev N.İ., İmanov R.M., Bədəlova F.M., Abbasov R.A. *Yarımkeçirici nanostrukturalardan fotoçevirilmə prosesində istifadə*.....17
Rüstəmov F. Ə., Dərvişov N. H., Bağıyev V. Ə., Məmmədov M. Z. *Məsaməli silisiumun lüminissent xassələrinə əlavə aşılanmanın təsiri*.....20
Madatov R. S., Mamishova R. M., Babayeva F. N. *Electrophysical studies in $CuTlSe_2$ crystal*.....22
Həmzəyeva A. Y. ASPE+XHƏCM%$Bİ_2TE_3$ *kompozitlərində rentgen şüalarının difraksiyası və işığın kombinasiyali səpilməsinin tədqiqi*.....24
Həsənova L.H., Abasova A.Z., Məhəmmədov Ə.Z., Cahagirova S.Ə. *$TlGaSe_2$ monokristalında keçiriciliyin təbiəti*.....25
Гусейнов А.Г., Салманов В.М., Джафаров М.Б., Мамедов Р.М., Байрамова А.И. *Генерационно-рекомбинационные процессы неравновесных носителей тока в $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$*.....28
Gülməmmədov K.C., Xəlilov S.X., Səfərova S.İ. *$TlInSe_2$, $TlInTe_2$ və $TlGaTe_2$ birləşmələrinin tətbiqolunma sahələri*.....31
Зейналов З.М., Исмаилов Э.Х., Аббасов Р.А. *Влияние термообработки на электрические свойства $Ge_{1-x}Si_x$*.....34
Verdiyeva N. Ə. *$TLIn_{1-x}Dy_x$ Se_2 kristalının termoelektrik xassələrinə lantanoidlərin təsiri*.....36
Салманов В.М., Гусейнов А.Г., Салманова А.А., Мамедов Р.М., Ахмедова Ф.Ш., Мустафаева Д.Ш., Ализаде С.С. *Новый метод исследования многослойных эпитаксиальных полупроводниковых структур лазерным излучением*.....39
Səddinova A. A., Səlimzadə R. İ. *$AgSbSe_2$ və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarının termoelektrik effektivliyi*.....42
R.S.Mədətov, T.B.Tağıyev, A.Ş.Xalıqzadə *Yb ilə aşqarlanmiş GaS monokristallarının fotoelektrik xassələrinə γ- kvantlarla şüalandırılmanın təsiri*.....44
Зейналов З.М., Иманов Р.М., Аббасов Р.А. *Основные примесные состояния замещающих атомов Ag И Au В $Ge_{1-x}Si_x$*.....47
Əliyeva N. Ə. *γ-kvantlarla şüalandırılmış $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0- 1,0) bərk məhlullarının superion keçiriciliyi*.....49
Алигулиева Х. В., Абдуллаев Н. А. *Иследования аномальный эффект холла $MnBi_2Te_4$ И $MnBi_8Te_{10}$*.....51
Алиев В.А., Новиков В.П., Рустамов В.Дж., Намазов Я.Б *О возможности электрохимической модификации ионпроводящих фотопроводников группы $A^3B^3C^6_2$*.....54
Умаров С. Х., Гасанов Н.З., Халлоков Ф. К., Нарзуллаева З.М., Гусейнова К.М., Рустамов В.Д. *Сструктура поверхности кристалла $TlInS_2$ и влияние на нее быстрых электронов*.....56

Tağıyev M.M.,Arazlı E.A., İsmayılov İ.Ə., Şöübov R.Ş. Quliyev M.S. *$Bi_{0,85}Sb_{0,15}<ZrO_2>$ bərk məhlulu ekstruziya nümunələrinin elektrik və istilik xassələri*.....59
Дамирова С. З. *Датчики холла на основе $In_{1-x}Ga_xSb$*.....62

KONDENSƏ OLUNMUŞ HAL FİZİKASI

Afandiyeva I. G., Ahmedov R. A. *Azimuthal scattering of nucleon at high energies*……66
Aliyeva T. H., Dadashov E. A. *Analytical solutions of the klein-fock-gordon equation for the sum of denq-fan and ring-shaped like potential*.....69
Davudov B. B., Hüseynov T. X. *Havada baryer boşalmada baş verən elementar proseslər*.....72
Зейналов Ш.А., Алекперов А.М., Керимов Ф.Ш., Кулиева С. О. *Влияние фенолоформальдегидной смолы на электрофизические свойства полиэтилена низкой плотности*.....75
Rüstəmov V.C., Mövsümova İ. M. *Müxtəlif sürətləndirici potensiallar halında $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ monokristalları üçün rentgenokeçiricilik əmsalının şüalanma intensivliyindən asılılığı*.....77
Тарвердиева В. А. Нагиев Ш. М., Ахмедов А. И. *Аналитическое решение уравнения клейна-гордона для суммы потенциалов экспоненциального и кольцевого типов*.....79
Nagiyev Sh. M., Amirova Sh. A. *Wigner quantum distribution function for a semiconfined harmonic oscillator model with a position-dependent mass and frequency in an external homogeneous field*…….....83
Кадыроглы З. *Изменение фоточувствительности монокристаллов $CdGa_2S_4$ в процессе освещения*.....85
Qəhrəmanov N.F, Məmmədli L. A. *Kəsik konus şəkilli putadakı ərintidən dartmaqla qidalandırıcının tətbiqi ilə binar bərk məhlul monokristallarının alınması (II-mərhələ)*.....88
Тагиева М. Дж. *Роль наполнителя на прочностные свойства бинарных систем*.....91
Nasibova N.A. *ω meson-excited Δ BARYON $g_{\omega\Delta\Delta}^{(0)nm}(T)$ coupling constant in the thermal soft-wall model of the holographic QCD*……94
Mustafayeva N. V. *Uzun dalğalı yarımkeçiricilərin uducu güzgü konstruksiyalarının tətbiqi*.....96
İmanov R.M., İsmayılov E.X., Bədəlova F.M., Abbasov R.A. *Termoelektrik soyuducuları və onlarda temperaturun maksimal azaldilması problemi*.....97
Abdullayeva S. H. , Eyvazlı R.V., Eminov Ş.O. *Günəş çeviriciləri üçün anodda oksidləşmə üsulu ilə alinan TiO_2 nazik təbəqələri*.....100
Иманова С. Р. *Изменение величины электроемкости композитов на основе бентонита и модифицированных магнитных частиц-ферритов в зависимости от постоянного напряжения*.....103
Тагиев М.М., Абдуллаева И.А., Абдинова Г.Д., Пириева Т.И., Алиева Х.Ф. Исмиева С.А., Гулиев М.С. *Анизотропия электрических свойств экструдированных образцов $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ облученных с гамма радиациями* 106
Алиев В.А., Рустамов В.Дж. *Новые ресурсы для улучшения характеристикик-фотоприемников и лазеров*.....109
Musayeva N. Khalilova H., Izzatov B., Quluzade S., Ahmadova Sh., Alizade M. *Metal decoration of carbon nanotubes for selective detection of toxic gases at room temperature*…….....113

Гременок В.Ф., Петлицкий А.Н., Петлицкая Т.В., Мусаева Н.Н., Рустамов В.Дж., *Микроструктура тонких пленок ZnO на токопроводящих подложках, полученных электрохимическим осаждением*.....116

MOLEKULYAR FİZİKA VƏ BİOLOJİ SİSTEMLƏR FİZİKASI

Əhmədova A. İ., Həsənov N. H. *Molekulyar fizika və bioloji sistemlər fizikasi peq-dekstran-su ikifazali sistemlərinin hal diaqramina* $Na_2C_4H_4O_4$ *və* $NaC_4H_5O_6$ *duzlarının təsiri*.....119
İsmayılov E.X., Həsrətov X.N. *Həllolmanın termodinamik parametrlərinin polimerin quruluşundan asılılığı*.....121
İmanov R.M., Həsrətov X.N. *Polimer məhlulların termodinamik arakteristikaları*.....123
Məsimov E.Ə., Şahbazova G.M., Mirzəzadə A.V. *Peq və limon turşusunun na duzu sistemlərinin struktur temperaturu*.....125
Sadigova A.A., Garagozov T.H. *Effects of light spectrum quality and intensity on Grapevine (Vitis Vinefera L.) development in vivo and in vitro*….....127
Исмаилова Л. И., Аббаслы Р. М. *Сравнительный анализ пространственной Структуры глипептидных три- и тетрапептидных молекул*.....129
Əhmədov N. A., Ağayeva L. N., Əhmədova S. R. *β-kazomorfin molekullarının fəza quruluşları*.....132
Quliyev N.İ., Cavadov E.M., İsmayılov E.X. *İşıq selinin mövsümi dəyişmələrinə bitki örtüyünün reaksiyasının riyazi model əsasında öyrənilməsi*.....135
Quliyev N.İ., Quliyev M.S., İmanov R.M. *Bitkilərin fotosintezinin intensivliyinin işıq selinin dəyişən sıxlığına qarşı reaksiyasini n modelləşdirilməsi*.....137
Həsənova X. T., Camalzadə T. G., Rüstəmova Ü. S. *İkifazali polimer–su sistemlərində faza əmələ gəlmə prosesndə suyun rolu*.....140
İmamverdiyev N. S. *Transition to renewable energy: benefits, challenges, and risks from a sustainable development perspective*…….....142
Агаева Г. А., Агаева У. Т., Годжаев Н. М. *Молекулярное моделирование пространственной и электронной структуры противоопухолевых пентапептидных молекул ILYPM и YVPGP*.....145
Şükürova J. Z. *Peq-su və dekstran-su məhlullarının struktur temperaturları*.....148

FİZİKANIN DİGƏR PROBLEMLƏRİ

Zəkəryəyev Z. N., Zəkəryə N. Z. *Holoqramlarda yaranan 3d təsvirlər*.....151
Məhərrəmov Ə. P., İmanov R. M. *Təsviri sənət əsərlərində fizika qanunları*.....154
Kərimova A. E. *Arximed vintli turbini. Arximed vintli turbininin üstünlükləri və tətbiq sahələri*.....157
Abbasova X. N., Qədirova İ. R. Xarici maqnit sahəsində parabolik kvant çuxurunun optik xassələri.....159
Həsənli F. V. *Neytrino kütləsinin yeni ən yuxarı həddi*.....162
Qasımov İ. İ., Vəliyeva M. Z., Əliyev R. N. *Elektronikada siqnallarin çevirilməsi zamanı aktiv element bazalarinin funksiyaları*.....164
Qasımov İ. İ., İsgəndərova S. P., Qasımov İ. İ. *Mikroelektronikada optoelektronika elementlərinin informasiya siqnallarını çevirmə funksiyaları*.....166
Seyidova İ. A. *Akustooptik metodlarin maddələrin tədqiqində istifadə perspektivləri*.....169

Məmmədova S.O. *Küləşin yemləmə üçün hazirlanmasina fiziki-kimyəvi təsir mexanizminin öyrənilməsi*.....172
Məmmədova S.O., Quliyev M.S., Abbasov R.A. *Küləşin elektrokimyəvi işlənməsi üçün elektrolitlərin nəzəri təhlili*.....174
Məmmədova S.O., Quliyev M.S., Cavadov E.M. *Buğda küləşinin müxtəlif elektrik cərəyani parametrlərinin əsaslandirilması.*.....177
Quliyev M.S., İmanov R.M., Bəşirov M.B., Rəcəbzadə N.Ə. *Fiziki paradoksların şagirdlərin bilik və bacariq keyfiyyətlərinin aşkara çıxarılmasindakı rolu*.....179
Quliyev M.S.., Hüseynov R.K., İmanov R.M., İmanova A.R., Dəmirova Ə.Y. *Mexanika və dalğa fizikası XIX əsrin birinci yarısında*.....181
Hüseynov R.K.,İmanov R.M., İmanova A.R., Dəmirova Ə.Y , Yusubova L.E. *Mexanika və molekulyar fizika XVIII əsrdə*.....183
Hüseynov R.K., Aslanova L.S., Hüseynova A.V., Yusubova L.E. *Fizika kursunun tədrisində inteqrasiya və onun psixoloji – pedaqoji əsasları*.....186
Tağıyeva S.A. *Qeyri bircins çubuqların məxsusi rəqslərinin tədqiqinin dayanıqlı sistemində analizi*.....188
Quliyev N.İ., Rüstəmova S.K., Zərbəliyeva V.S., Novruzova G.N. *Elektromaqnit dalğaları mövzusunun tədrisi metodikası*.....191
Quliyev N.İ., Musayev S.X., Abdullayev S.M. *Orta məktəbdə fizikadan məsələ həlli praktikumunun əhəmiyyəti*.....194
İsgəndərova S.P., Quliyev M.S., Nuriyeva S. R. *Ümumtəhsil məktəbi şagirdlərinin ekoloji mədəniyyətinin formalaşmasında fizika kursunun rolunun öyrənilməsi*.....196
Abbasov Z.D. *Mərkəzləşmiş qüvvənin təsiri altinda birləşmə nöqtəsindən saga dartılmış bircins olmayan elastiki çubuğun rəqsi hərəkəti*.....199
Мамедов Т. Дж. *Обрыв гибкой нити при соударении с тупым клином*.....201
Ибадуллаев Д., Цыганов Ю., Гиниятова Ш. *О начальных условиях для алгоритма реального времени для подавления фона в ядерных реакциях полного слияния*.....204
Cavadov E. M., Nağıyev M. T. *Üzüm şitillərinin hazirlanma texnologiyasının işlənməsi*.....207
Yaqubov E. K. *Cu-Al sistemli dispers möhkəmlənən ovuntu kompozisiya materiallarının sıxlaşmasının bəzi qanunauyğunluqları*.....*209*
Матиев А.Х., Умаров С.Х., Гасанов Н.З., Успажиев Р.Т. *Солнечныеэлементы на основе соединений* $A^1B^3C^6_2$ *212*
Матиев А.Х., Умаров С.Х., Гасанов Н.З., Успажиев Р.Т. *Рентгеновские исследования температурной зависимости параметров кристаллической монокристаллов* $AgInSe_2$.....*218*
Abdulheyov R.A., Fərəcova Ü.F., Əsgərova S.N. $Ca_4Ga_2S_7$ *:Eu birləşməsinin lüminessensiya xassələrinə qamma-kvantlarin təsiri*.....*224*

YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASI

OTAQ TEMPERATURUNDA $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ KRİSTALININ QALIQ FOTOKEÇİRİCİLİYİ

Dos.Əliyev S.İ., dos.Cavadov E.M., dos.Quliyev N.İ.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: Yarımkeçirici, relaksasiya, qalıq fotokeçiriciliyi, fotocərəyan, aşqar
Ключевое слово: полупроводник, релаксация, остаточная фотопроводимость, фототок, примесь
Key words: semiconductor, relaxation, residual photoconductivity, photocurrent, impurity

Nadir torpaq elementi itterbium (Yb) ilə aşqarlanmış $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalı $A_2^{III}B_3^{VI}$ qrupundan olan geniş zonalı yarımkeçiricilər sinfinə daxildir. Bu qrupdan olan yarımkeçirici birləşmələrdən və onların bərk məhlullarından elm və texnikada çox geniş istifadə edilir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, relaksasiya və qalıq fotokeçiriciliyi müxtəlif tip yarımkeçiricilərdə əsasən aşağı temperaturlarda az müşahidə edilmişdir [1]. $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalında bu fiziki hadisələr az öyrənilmişdir [2].

$A_2^{III}B_3^{VI}$ qrupundan olan kristalların yarımkeçirici olması 1954-cü ildə X.Xan və V.Klinger tərəfindən müəyyən edilmişdir. Bu maddələrin yarımkeçirici xassələrinə malik olması onların elektrik, optik, fotoelektrik xassələrini tədqiq edərkən müəyyən edilmişdir. $A_2^{III}B_3^{VI}$ qrupundan olan yarımkeçiricilərin sıxlığı, mikrobərkliyi, keçiriciliyinin tipi, yükdaşıyıcıların yürüklüyü və qadağan olunmuş zolağın eni haqqında ədəbiyyat məlumatları vardır [3]. Son zamanlar $A_2^{III}B_3^{VI}$ qrupundan olan yarımkeçiricilərin elektrik və fotoelektrik xassələrinin öyrənilməsinə maraq artmışdır.

$A_2^{III}B_3^{VI}$ qrupundan olan yarımkeçiricilərin alınma üsulu haqqında məlumat [4]-də verilmişdir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, relaksasiya və qalıq fotokeçiriciliyi müxtəlif tip yarımkeçiricilərdə əsasən aşağı temperaturlarda az öyrənilmişdir [1].

Nadir torpaq elementi itterbium <Yb> ilə aşqarlanmış $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalının otaq temperaturunda (300^0K) və ya $2 \div 1{,}2 \cdot 10^3 \frac{V}{sm}$ elektrik sahəsində stasionar Volt – Amper xarakteristikası (VAX) tədqiq edilmişdir. VAX –dan istifadə edərək $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristallarının local səviyyələrinin əsas parametrləri elektrik keçiriciliyi δ_1, aktivləşmə enerjisi E_t, tələlərin konsentrasiyası N_z tutulma faktoru θ və yükdaşıyıcıların yürüklüyü μ təyin edilmişdir [5].

İtterbium elementi ilə aşqarlanmış $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalının qalıq fotokeçiriciliyi və relaksasiyası otaq temperaturunda (300^0K) və müxtəlif dalğa uzunluqlarında öyrənilmişdir.

$Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalında fotokeçiriciliyin relaksasiya əyrisinə xarici elektrik sahəsinin təsiri tədqiq edilmişdir.

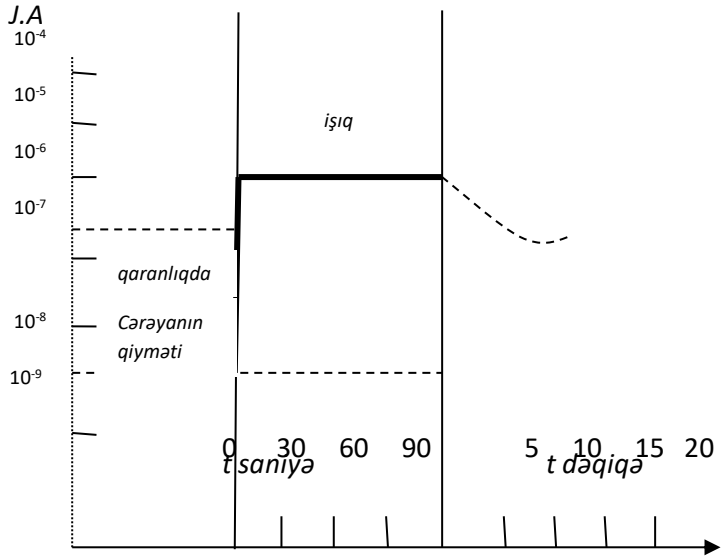
Bricmen üsulu ilə sintez edilmiş $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalının otaq temperaturunda

xüsusi müqaviməti $\beta = 1{,}2 \cdot 10^9 Om \cdot sm$ tərtibində olmuşdur[2].

Tədqiq edilən kristalın tipi p-dir.

Tədqiq edilən əyri şəkil 1-də göstərilmişdir.

Şəkil 1-də cərəyanın artması və azalması əyrisi verilmişdir.



Şəkil 1. Otaq temperaturunda $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < Yb >$ kristalında cərəyanın zamandan asılılıq qrafiki

Kristal monoxromatik işıqla işıqlandıqda ($\lambda = 0{,}585$ Mkm dalğa uzunluğu) fotocərəyanın qiyməti bir neçə saniyə ərzində artır və maksimum qiymətə çatır (fotocərəyanın qaranlıqdakı qiymətinə nəzərən). Bu hal elektrik sahəsi götürülməyənə qədər davam edir.

Relaksasiya müddəti və qalıq fotokeçiriciliyi $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3$ kristalında müxtəlif elektrik sahəsində və müxtəlif dalğa uzunluğunda otaq temperaturunda öyrənilmişdir.

$Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < 4b >$ kristalında hazırlanan nümunələrin qalınlığı 80–120 Mkm intervalında olmuşdur. Fotocərəyanın zamandan asılılıq $[\Delta J = f(t)]$ əyrisindən görünür ki, o iki hissədən ibarətdir. Məlum olmuşdur ki, relaksasiya müddəti və qalıq fotokeçiriciliyi elektrik sahəsinin qiymətindən asılı olaraq dəyişir. Şəkil 1-dən görünür ki, elektrik sahəsinin intensivliyinin artması ilə $\Delta J = f(t)$ asılılığındakı düzxətli hissənin meyli kəskin azalır, bu isə öz növbəsində "yavaş" rekombinasiya kanalına məxsus relaksasiya müddətinin sürətlə böyüməsi deməkdir, relaksasiya müddətinin artması onu göstərir ki, elektrik sahəsinin təsiri ilə elektronlar valent zolağından, yapışma səviyyələrinə keçərək zolaqda deşiklərin konsentrasiyasını artırır. Keçirici zolaqda bu deşikləri kompensə edən kifayət qədər elektronlar olmadığından onların relaksasiya müddəti böyüyür.

Müəyyən olmuşdur ki, $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3$ kristalında bu fiziki prosesləri yaradan itterbium (Yb) aşqarlarıdır.

İstənilən yarımkeçiriciyə kontaktlardan xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə sərbəst yükdaşıyıcılar injeksiya oluna bilər. əgər yarımkeçiricidə dərin yapışma mərkəzləri varsa, injeksiya olunmuş sərbəst yükdaşıyıcıların bir hissəsi bu səviyyə tərəfindən tutulur, digər hissəsi isə zonalarda qalır. Nümunəyə injeksiya olunan yüklərin konsentrasiyası artdıqda (VAX) kvadratik asılılıq müşahidə edilir.

Eksperimental tədqiqatlardan müəyyən edilmişdir ki, belə yarımkeçiricilərin keçiriciliyi müqaviməti və tipi aşqar atomlara yanaşı quruluş defektlərindən də asılıdır.

Kompleks tədqiqatlar göstərmişdir ki, belə yarımkeçiricilərdə relaksasiya müddəti və qalıq fotokeçiriciliyi əsasən kristal daxili qeyri – bircinslilik və onun yaratdığı potensial relyeflə bağlıdır.

Ədəbiyyat

1. М.К.Шейнкман., А.Я.Шик. Долговременные релаксации и остаточная проводимость в полупроводниках. ФТП.Е.Ю.в2. 1976.
2. Г.Б.Абдуллаев., Б.Г.Тагиев., Г.М.Нифтиев., С.И.Алиев. Долговременные релаксации и остаточная фотопроводимость в монокристаллах Ga_2Se_3. ФТПТ16. 1982.
3. А.А.Гарюнова. Химия алмазоподобных полупроводников. Москва. 1968
4. S.İ.Əliyev. $Ga_2\left(Se_{0,9}Te_{0,1}\right)_3$ bərk məhlulunun qüvvətli elektrik sahəsində "Volt – amper xarakteristikasının tədqiqi" GDU-nun Elmi Xəbərləri. №2, 2005, Bakı, Nurlan
5. Ə.H.Hüseynov., M.B.Cəfərov. Ümumi fizika kursu. Maarif nəşriyyatı. Bakı, 2015, 222s.

Резюме

В данной работе исследована остаточная фотопроводимость (ОП) для кристаллов $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < 4b >$ при комнатной температуре и при различных электрических полях. Показано, что спад фототока со временем замедляется и время релаксации составляет $10-1{,}4\cdot 10^2 sek$. Все полученные экспериментальные результаты хорошо объясняются существующий теорией ОП.

Summary

In this work, we study the residual photoconductivity (RP) for crystals $Ga_2(Se_{0,9}Te_{0,1})_3 < 4b >$ at room temperature and at room temperature and at various electric fields. It is shown that the decay of the photocurrent slows down with time and the relaxation time is $10-1{,}4\cdot 10^2 sek$. All the obtained experimental results are well explained by the existing OP theory.

GaAs IS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

PhD, dos. Hasanov E. R. [1,2], PhD Mustafayeva R. K.[1], Mammadova G. M.[2]
PhD Alakbarov A. I.[2]
[1]Baku State Uviversity, [2]Institute of Physics,MSE

Keywords: Boltzmann equation, nonequilibrium process, valleys, energy spectrum, GaAs, mean free path, instability, Gunn's effect, alternative energy.

Açar sözlər: Bolsman tənliyi, qeyri-tarazlıq prosesi, dərələr, enerji spektri, GaAs, sərbəst yolun uzunluğu, Gun effekti, alternativ enerji.

Ключевые слова: уравнение Больцмана, неравновесный процесс, долины, энергетический спектр, GaAs, длина свободного пробега, неустойчивость, Ганн, альтернативная энергия.

Introduction

The rapid development of technological progress requires a lot of energy. Natural energy sources are limited and people must look for new sources of energy. Solar energy, wind energy and biofuels are used as such additional energy sources. However, the use of communication facilities does not meet the requirements of technical progress, and it is

necessary to look for a way to obtain new cheap sources of energy. In 1963, the English scientist Gunn experimentally observed that high-frequency (numerical frequency value from 107 to 109 hertz) radiation occurs in a GaAs semiconductor medium at a certain external electric field [1-3]. Gann later demonstrated the acquisition of such oscillations in several semiconductor media. Beginning in 1964, devices based on the Gunn experiment appeared. A small electron-hole layer creates radiation and is used as a power source. However, since the dimensions of this layer are very small, non-equilibrium radiation occurs, and therefore the number of layers must be too large for the radiation to continue. Such an energy source is more economical than possible alternative energy sources.

In theoretical works [4,5], current oscillations in two-valley and impurity semiconductors are investigated. We will theoretically investigate the instability in semiconductors with a characteristic In these semiconductors, under the influence of external factors (electric field, magnetic field), valleys appear in which the charge densities differ. The idea is to use an electric field to heat the carriers in a sub band with high mobility, as a result of which they, having acquired a sufficiently high energy, will pass into a sub band with high energy and low mobility. In GaAs, the carrier dispersion law is as follows.
The current density with neglect of the diffusion current has the form

$$j=(en_a\mu_a+en_б\mu_б)E=en\mu(E)E\,,\quad \mu(E)=\frac{n_a(E)\mu_a(E)+n_б(E)\mu_б(E)}{n}\,,\quad n=n_a+n_б=const\,.$$

It is assumed that scattering occurs by acoustic phonons. The fact that the study of the Gunn effect on GaAs samples did not reveal any orientation dependence suggests that there is no anisotropy. We assume that for valleys "a" intervalley scattering prevails in comparison with intravalley scattering, and for valleys "b" we will assume that intravalley scattering prevails over intervalley scattering.

Then the Boltzmann equation for valley "a" can be written in the form $\left(\frac{\partial f^a}{\partial t}\right)_{external}+\left(\frac{\partial f^a}{\partial t}\right)_{interdomain}=0$ and for valley "b" it will be written as $\left(\frac{\partial f^b}{\partial t}\right)_{external}+\left(\frac{\partial f^b}{\partial t}\right)_{intradomain}=0$. The distribution function f^b was found from equation (2) in [2]

$$f_0^b=Be^{-\alpha_b(\varepsilon-\Delta)^2}\qquad \vec{f}_0^b=-\frac{em_bl_b}{p}\vec{E}\frac{\partial f_0^b}{\partial p}\qquad l_b=\frac{\pi\hbar^4\rho u_0^2}{D^2m_b^2k_0T}\qquad \alpha_b=\frac{3D^4m_b^5k_0T}{e^2\pi^2\hbar^8\rho^2u_0^2}\cdot\frac{1}{E^2}$$

l_b- free path in valley "b", $D-$ deformation potential, $T-$ grate temperature, k_0- Boltzmann constant, u_0- sound speed, $\rho-$ crystal density.

Theory

The stationary solution of equation $\vec{V}\nabla_r f+\frac{e}{\hbar}\left\{\vec{E}+\frac{1}{c}\left[\vec{V}H\right]\nabla_k f\right\}=\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{междом}$ has the form

$$\left(\frac{\partial f^a}{\partial t}\right)_{external}=\frac{e}{\hbar}\vec{E}\nabla_p f^a\,,\quad \left(\frac{\partial f^a}{\partial t}\right)_{interdomain}=\frac{f_1^a}{\tau}\,,\ \tau=\frac{l_am_a}{P}\,,\quad e\vec{E}\frac{\partial f^a}{\partial P}+\frac{Pf_1^a}{l_am_a}=0,\quad f_1^a=-\frac{em_al_a}{P}\vec{E}\frac{\partial f_0^a}{\partial P}$$

Here (10), at $\hbar u_0q<<kT$ for f_0^a was obtained the following equation

$$(\varepsilon+Sk_0T)f_0^{a''}+\left(\frac{\varepsilon}{k_0T}+2+\frac{Sk_0T}{\varepsilon}\right)f_0^{a'}+\frac{\varepsilon}{k_0T}f_0^a=0\qquad S=\frac{E^2}{E_0^2}\,,\ E_0=\frac{\left(6m_0u_0^2k_0T\right)^{1/2}}{el_a}\,,\ l_a=\frac{\pi\hbar^4\rho u_0^2}{D^2m_a^{3/2}m_b^{1/2}k_0T}$$

$$\alpha_a=\frac{3D^4m_0m_a^3m_bk_0T}{\pi^2e^2\hbar^8\rho^2u_0^2E^2}$$

To study current fluctuations, we calculate the total current $j = j_a + j_b$

$$\vec{j}_a = \int_0^\infty e\vec{V}\frac{\vec{P}}{p} f_1^a d\vec{k} = \frac{e}{4\pi^2\hbar^3 m_a}\int_0^\infty f_1^a p^3 dp = \frac{2e^2 n l_a \alpha_a^{1/4}\vec{E}}{3(2m_a)^{1/2}\left[1+\gamma^{-3/2}Z^{3/4}\beta\right]}\frac{\Gamma^{3/2}}{\Gamma^{3/4}}$$

$$\vec{j}_b = \frac{2e^2 n l_b \alpha_b^{1/4}}{3\gamma^{3/2}(2m_b)^{1/2}}\cdot\frac{\Gamma^{3/2}}{\Gamma^{3/4}}\cdot\vec{E}\cdot\frac{\vec{Z}^{3/4}\beta}{1+\gamma^{-3/2}Z^{3/4}\beta}$$

The total current j will be $j = \Phi\alpha_a^{1/4}E\frac{1+t\beta\gamma^{-1}Z^{1/2}}{1+\gamma^{-3/2}Z^{3/4}\beta}$, $t = \frac{l_b}{l_a}$ $\Phi = \frac{2e^2 n l_a}{3(2m_a)^{1/2}}\cdot\frac{\Gamma^{3/2}}{\Gamma^{3/4}}$

You can find the mobility of carriers in valleys "a" and "b" $j_a = en_a\mu_a E$,

$$\mu_a = \frac{2el_a\alpha_a^{1/4}}{3(2m_a)^{1/2}}\cdot\frac{\Gamma^{3/2}}{\Gamma^{3/4}} \qquad j_b = en_b\mu_b E,\ \ \mu_b = \frac{2el_b\alpha_b^{1/4}}{3(2m_b)^{1/2}}\cdot\frac{\Gamma^{3/2}}{\Gamma^{3/4}} \qquad \left(\frac{\mu_a}{\mu_b}\right) = \left(\frac{m_a}{m_b}\right)^{1/2}\left(\frac{\alpha_a}{\alpha_b}\right)^{1/4} = \left(\frac{m_a}{m_b}\right)^{5/4}$$

To study current fluctuations (i.e. instability), we represent β in the following form

$$\beta = \frac{\int_1^\infty [x(x-1)]^{1/2} e^{-\alpha_a\Delta^2x^2}dx}{\int_0^\infty [x(x+1)]^{1/2} e^{-\alpha_b\Delta^2x^2}dx} \approx \frac{\int_1^\infty xe^{-\alpha_a\Delta^2x^2}dx}{\int_0^\infty xe^{-\alpha_b\Delta^2x^2}dx} \approx Z^{-1}e^{-\alpha_a\Delta^2}$$

Then the total current has the form

$$j = RE^{1/2}\frac{1+Ae^{-\alpha_a\Delta^2}}{1+Be^{-\alpha_a\Delta^2}} \qquad R = \Phi\left(\frac{3D^4 m_0 m_a^3 m_b k_0 T}{e^2\pi^2\hbar^8\rho^2 u_0^2}\right)^{1/4} \qquad A = t\cdot Z^{-1/2}\gamma^{-1} = \frac{m_б}{m_a};\quad B = \gamma^{-3/2}Z^{-1/4} = \left(\frac{m_b}{m_a}\right)^{9/4}$$

$$E_{char}^2 = \frac{3D^4 m_0 m_a^3 m_b k_0 T}{e^2\pi^2\hbar^8\rho^2 u_0^2} \text{ then } \alpha_a\Delta^2 = \frac{E_{char}^2}{E^2} \text{ At } E >> E_{char} \quad e^{-\frac{E_{char}^2}{E^2}} = 1 - \frac{E_{char}^2}{E^2}$$

Let us calculate by last formula $\frac{dj}{dE} = 0$, then we obtain the following formulas for the critical value of the electric field, at which the current oscillations begin, i.e. instability.

$$E_{critical}^2 = 2E_{char}^2\cdot\frac{A+2,5}{A+1}$$

If we estimate $E_{critical}$ by last formula, we easily obtain $E_{critical} \approx 2800\,V/sm$ Note that if we take in the final formulas $m_a = m_b$ и $A = B = 1$ Then the instability is removed. This means that there is no transition of charge carriers from valley "a" to valley "b".

Reference

1. J.B. Gunn, Current instabilities and potential distribution in GaAs and InP Plasma Effects in Solids, Paris, -1964. -P.199-207
2. Reik H. G., Risken H. and Finger G. Theory of Hot-Electron Effects in Many-Valley Semiconductors in the Region of High Electric Field Phys.Rev. Lett.v.5,1960,p.423
3. Hasanov E. R., Mustafayev J. J. Non-liner fluctuations of concentration of charge carriers and an electric field in semiconductors, International Journal on “Technnical and Physical problems of engineering”, Issue 32, Vol.9 №3,p.39-43, September 2017.
4. E.R.Hasanov, M.F.Novruzov, A.Z.Panahov, A.I.Demirel.Instability of Thermomagnetic waves in the CeAu semiconductors with impurities,International Journal of Pure and Applied Physics, 4 (2008)23-28

5. Hasanov E. R., Hajiyeva V. M., Rikani A. S., Tabatabaei N. M. Radiation doped semiconductors with certain impurities. International Journal on “Technnical and Physical problems of engineering”, Vol.11 №2,p.13-14, 2019

Xülasə

İlk dəfə olaraq Bolsman kinetik tənliyindən istifadə etməklə GaAs tipli iki dərəli yarımkeçiricilərdə cərəyan rəqsləri tədqiq edilmişdir. Bolsman tənliyində yük daşıyıcılarının dərədaxili və dərəarası səpələnməsinin nəzərə alınması bu tənliyin həllini çətinləşdirmir. Elektrik sahəsinin analitik ifadəsi Qann təcrübəsindən alınan ədədi qiymətlərlə uyğun gəlir.

Резюме

Впервые с помощью кинетического уравнения Больцмана исследованы колебания тока в двухдолинных полупроводниках типа GaAs. Учет внутридолинного и междолинного рассеяния носителей заряда в уравнении Больцмана не усложняет решение этого уравнения. Полученные значения критического поля, при котором начинается неустойчивость, согласуются с экспериментом Ганна.

Ag_2Te ƏLAVƏ FAZASININ $AgSbTe_2$ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİKKEÇİRİCİLİYİNƏ TƏSİRİ

F.ü.f.d. Babayeva A. E., Əliyeva A. İ., Haşımova N. N., f.e.d. Rəhimov S. S.
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Fizika İnstitutu
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ

Açar sözlər: termoelektrik material, elektrikkeçiriciliyi, effektiv mühit.
Ключевые слова: термоэлектрический материал, электропроводность, эффективная среда.
Keywords: thermoelectric material, electrical conductivity, effective medium.

Giriş. Müasir dövrün inkişafının vacib istiqamətlərindən biri enerjinin alınması və çevrilməsi məsələsidir. Elektronikada tətbiq olunan cihaz və qurğuların yaradılmasında istifadə olunan materialların quruluş və xassələrində baş verən dəyişikliklər, həmin qurğuların parametrlərinə və işləmə prosesinə kəskin təsir edir. Termoelektrik materialları (TE) kiçik güc rejimində işləyə bilən və istilik enerjisini elektrik enerjisinə çevirən əhəmiyyətli birləşmələrdir. Bu materialların effektivliyi əsasən, onların mikrostrukturundan asılıdır. Ag-Sb-Te əsasında alınan birləşmələr orta temperatur aralığında işləyən yüksək effektivlikli termoelektrik materiallardır. Ag-Sb-Te sistemi faza mövcudluğuna malik olan maraqlı obyektlərdən biridir. Ag_2Te və Sb_2Te_3 birləşmələrinin faza diaqramının tədqiqi göstərir ki, otaq temperaturunda $AgSbTe_2$ ikifazalı hala uyğun gəlir [1]. [2] işinə əsasən Ag-Sb-Te sisteminin monofazalı tərkibi 41%Ag_2Te+59%Sb_2Te_3 nisbətində alınır və buna uyğun gələn birləşmənin indeksləri $Ag_{0.82}Sb_{1.18}Te_{2.18}$ şəklindədir. Ag-Sb-Te sisteminin nümunələrində Ag_2Te əlavə fazasının mövcudluğu həmin birləşmələrin elektrofiziki xassələrinin faza miqdarından əhəmiyyətli dərəcədə asılı olmasına gətirib çıxarır.

Təcrübi nəticələr və onların analizi. Ag-Sb-Te sisteminə aid olan $AgSbTe_2$ birləşməsi yavaş soyuma üsulu ilə sintez olunmuşdur. Sintezə daxil olan maddələrin təmizlik dərəcəsi 99.99%, ümumi çəkisi isə 7-10qr təşkil edir. İçərisində maddələr olan ampula vakuumda (10^{-4} mm c.s.) hermetik bağlanmışdır. Homogenliyi təmin etmək üçün tablama zamanı peç 400-600 dəfə çalxalanır. Bundan sonra ərinti 550^0-600^0 C temperatura kimi soyudulmuş və 5-

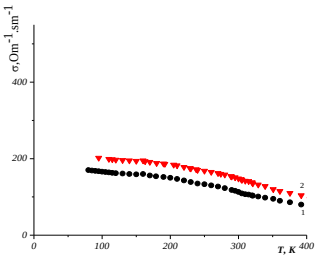
10 saat bu dərəcədə saxlanılmışdır. Sonra eyni templə 10-12 saat ərzində soyudulmuşdur. Alınmış nümunələr gümüşü boz rəngdə olmuşdur.

Yavaş soyuma üsulu ilə sintez olunmuş $AgSbTe_2$ birləşməsinin rentgen quruluş analizi (RQA) aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, monofazalı $Ag_{0.82}Sb_{1.18}Te_{2.18}$ birləşməsi ilə müqayisədə $AgSbTe_2$-də Ag_2Te fazasına aid piklər müşahidə olunur. Aparılmış analizlər göstərmişdir ki, bu nümunədə $AgSbTe_2$ və kiçik miqdarda qəfəs parametrləri a=16.27, b=26.68, c=7.55Å olan ortorombik strukturda kristallaşan 7% Ag_2Te fazası mövcuddur.Tədqiqat işində qarşıya qoyulan əsas məsələlərdən biri geniş temperatur intervalında elektrikkeçirmənin tədqiqi məsələsidir. Bu məqsədlə ikifazalı $AgSbTe_2$-də 80-400K temperatur aralığında elektrikkeçirmə tədqiq olunmuşdur. Həmçinin Ag_2Te fazasının müxtəlif faiz nisbətlərinin (5-8%) $AgSbTe_2$-nin elektrikkeçiriciliyinə təsiri araşdırılmışdır.

Qeyd edək ki, ikifazalı sistemlərə ilk olaraq [3, s.668-671] işində baxılıb və işdə bir neçə daxilolma variantları analiz edilib. Variantlardan biri sadə kubik qəfəsin düyün nöqtələrində yerləşdirilmiş kubik daxilolma sistemidir. Güman edilir ki, daxilolma düzgün kubik quruluşa malikdir. Eyni zamanda, bu kubların mərkəzləri tilləri paralel olan sadə kubik qəfəs əmələ gətirir. Model hesablamalarına əsasən, konsentrasiyanın bütün oblastında (X=0; X=1) ümumi keçiricilik üçün düstur əldə edilmişdir:

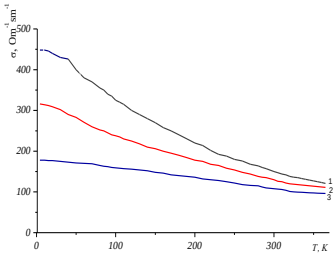
$$\sigma = \sigma_0 \left(1 + \frac{X_1}{\frac{1-X_1}{3} + \frac{\sigma_0}{\sigma_1 - \sigma_0}} \right) \qquad (1)$$

burada σ_0-əsas fazanın keçiricliyi, σ_1-əlavə fazanın keçiriciliyi, X_1-həcm payıdır.
Şəkil 1-də tədqiq olunan nümunələrin elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları göstərilmişdir.



Şəkil 1. $AgSbTe_2$ birləşmələrinin xüsusi elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları

Təcrübədən alınmış nəticələrin izahı üçün $AgSbTe_2$ birləşməsinin yük daşıma hadisələrinə əlavə fazanın təsiri araşdırılmış və Ag_2Te-un müxtəlif faiz nisbətlərində "effektiv mühit" nəzəriyyəsi çərçivəsində hesablamalar aparılmışdır.



Şəkil 2. Ag-Sb-Te birləşməsində ikinci fazanın müxtəlif miqadarlarında (Ag_2Te): 1-0%; 2-5%; 3-8%; xüsusi elektrikkeçirciliyinin temperatur asılılığının nəzəri hesablamaları

Şəkil 2-də isə ikinci (Ag_2Te) fazanın müxtəlif miqadarlarında elektrikkeçirciliyinin temperatur asılılıqlarının hesablama nəticələri göstərilmişdir. Göründüyü kimi, ikinci fazanın miqdarının artması ilə elektrikkeçiriciliyinin qiyməti azalır. Stexiometrik tərkibli $AgSbTe_2$

birləşməsinin və 5-8% Ag_2Te ikinci fazasının mövcud olduğu nümunələrin ədədi qiymətləri və elektrikkeçiricliyinin temperatur gedişi demək olar ki, eynidir.

Şəkillərin müqayisəsindən göründüyü kimi, bəzi nümunələr üçün hesablama və təcrübi nəticələr arasında kənara çıxmalar da mövcuddur. Təcrübi və hesablama nəticələrində alınan müəyyən uyğunsuzluqları matris və əlavə fazanın sərhədlərində yükdaşıyıcıların hərəkətinin dəyişməsi (səpilməsi) və kristallaşma sürətinin artması zamanı qeyri-bircins ikinci fazanın miqdarının artması ilə izah etmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, kristallaşmanın böyük sürətlərində $Ag_{0.82}Sb_{1.18}Te_{2.18}$ əsas fazasının xətti ölçüləri kiçilir və faza sərhədlərinin ümumi səthi artır. Məhz bu səthlərdə yükdaşıyıcıların diffuziya səpilməsi və ya güzgü əks olması baş verə bilər. Əgər faza özəklərinin ölçüləri sərbəst qaçış yolunun uzunluğu ilə üst-üstə düşərsə, yükdaşıyıcıların sərbəst qaçış yolunun uzunluğu faza sərhədləri ilə məhdudlana bilər.

Beləliklə, Ag_2Te əlavə fazasının $AgSbTe_2$ birləşməsinin elektrikkeçiriciliyinə təsiri araşdırılmış, həmçinin Ag_2Te-un müxtəlif faiz miqdarlarında elektrikkeçiriciliyi üçün nəzəri hesablamalar aparılmışdır. Hesablama qiymətlərinin təcrübə qiymətləri ilə uyğun gəlməsi, ilk olaraq matris və əlavə fazanın orta tərkibinin düzgün seçilməsi və bu kristallarda yükdaşıyıcıların sərbəst qaçış yolunu məhdudlaşdıran amilin təsirinin əhəmiyyətsiz olduğunu göstərir.

Ədəbiyyat

1. С.С. Рагимов, А.Э.Бабаева, А.И. Алиева, О теплопроводности $AgSbTe_2$ и $Ag_{0.82}Sb_{1.18}Te_{2.18}$, Физика Низких Температур, 2018, т. 44, № 11, с. 1528-1531
2. Marin, R-M., Brun, G. & Tedenac, J-C. Phase equilibria in the Sb_2Te_3–Ag_2Te system J. Mater. Sci. 20, 730–735 (1985)
3. Фокин А.Г. Макроскопическая проводимость случайно-неоднородных сред. Методы расчета // Успехи Физических наук, 1996, т.166, №10, с.1069-1093

Резюме

В работе изучено влияние 5-8% фазы Ag_2Te на электропроводность $AgSbTe_2$ в температурном интервале 80-400К. Проведен рентгеноструктурный анализ и установлено, что эти соединения имеют гране-центрированную кубическую структуру NaCl с пространственной группой Fм3м. Во всех случаях расчеты проводились по двухфазной модели с матрицей $Ag_{0.82}Sb_{1.18}Te_{2.18}$ и второй фазой - Ag_2Te.

Summary

The effect of 5–8% Ag_2Te phase on the electrical conductivity of $AgSbTe_2$ in the temperature range of 80-400K was studied in this work. The X-ray diffraction analysis was carried out and it was found that these compounds have a face centered ycubic NaCl structure with the space group Fm3m. In all cases, the calculations were carried out according to a two-phase model with an $Ag_{0,82}Sb_{1,18}Te_{2,18}$ matrix and the second phase - Ag_2Te.

ОПТИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК CdS И ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ $CuInSe_2$/ $Cd_{1-x}Zn_xS$

д.ф.м.н. Джафаров М.А., докторант Мамедова Т.А.
Бакинский Государственный Университет
e-mail: vagif_salmanov@yahoo.com

Ключевые слова: лазер, поглощение, люминесценция,CdS, $CuInSe_2$/ $Cd_{1-x}Zn_xS$.

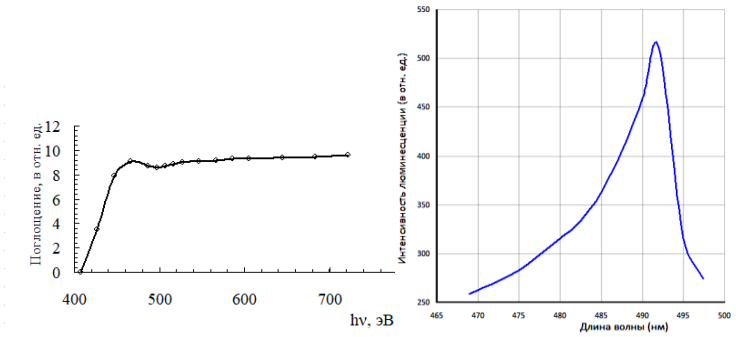
Поиск дешевых, простых, стабильных и высокоэффективных солнечных преобразователей ведет к развитию некоторых полупроводниковых тонкопленочных

систем. Солнечные преобразователи на основе гетероструктур $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ рассматриваются как одни из многообещающих систем, обладающих рядом благоприятных свойств. Твердые растворы $Cd_{1-x}Zn_xS$ благодаря своим оптическим, фотолюминесцентным и фоточувствительным свойствам широко применяются в оптоэлектронной технике в качестве люминесцентных экранов, сцинтилляционных датчиков, фотоприемников, элементов конструкций лазеров. Эти прямозонные полупроводники, обладая высокой эффективностью излучения, охватывают весь диапазон спектра от ультрафиолетовой до ИК области. Сульфид кадмия (CdS) из всех соединений $Cd_{1-x}Zn_xS$ выделяется масштабом применения. Он широко используется в комбинации с другими полупроводниками для создания различных устройств на гетеропереходах, в частности квантовокаскадных лазеров, солнечных батарей и фотоприёмников. На основе монокристаллов CdS приборы созданые для регистрации элементарных частиц, гамма-излучения и получили широкое применение в наноэлектронике. $CuInSe_2$ монокристаллы, исследуемые как вторая компонента гетероперехода $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$, являются очень полезным материалом для создания оптических детекторов, светодиодов и высокоэффективных преобразователей энергии. $CuInSe_2$ является прямозонным полупроводником, ширина запрещенной зоны E_g~1,0 эВ, которой совпадает с максимумом солнечного спектра, обладает высоким значением коэффициента поглощения ($\alpha=10^5$ см$^{-1}$ при $h\nu>1.0$ эВ) и может быть получен в виде тонкой пленки с большой площадью.

Данная работа посвящена получению тонких пленок CdS, гетеропереходов $CuInSe_2$/ $Cd_{1-x}Zn_xS$ и исследования их оптических и фотоэлектрических свойств.

Тонкие пленки CdS и твердые растворы $Cd_{1-x}Zn_xS$ были получены методом химической пульверизации с последующим пиролизом. Гетероструктуры $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ были получены методом термического испарения в вакууме (~10^{-3} Па) поликристаллического порошка $CuInSe_2$ на поверхность пленки $Cd_{1-x}Zn_xS$. Гетероструктуры $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ были изготовлены для составов x, меняющихся в интервале от 0 до 0,20. В качестве источника излучения использовался импульсный Nd:YAG лазер со встроенными генераторами 2-й и 3-й гармоник, предназначенный для генерации излучения с длиной волны 1064, 532 и 335 nm. Длительность лазерного импульса составляла 10 нс с максимальной мощностью ~ 12 МВт/см^2. Интенсивность излучения изменялась при помощи калиброванных нейтральных световых фильтров. Спектры поглощения и фотолюминесценции тонких пленок CdS и гетеропереходов $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ исследованы с помощью автоматизированного монохроматора с двойной дисперсией М833, с компьютерным управлением и фотодетектором, регистрирующим излучение в диапазоне длин волн 350-2000нм [1].

На рис.1,а представлен спектр поглощение тонких пленок CdS. Как видно из рисунка, максимум поглощение соответствует длине волны $\lambda = 490$ нм (2.53 эВ). По нашему мнению данная величина соответствует экситонному переходу на краю фундаментальной полосы поглощения [2]. Об этом также свидетельствует наблюдаемая нами люминесценция, возбуждаемая второй гармоникой Nd:YAG лазера ($\hbar\omega = 2{,}34$ эВ). Максимум фотолюминесценции тонких пленок CdS соответствует длине волны $\lambda = 492$ нм (рис.1,б). Сопоставление спектра люминесценции с их спектрами поглощения, показывает, что спектры люминесценции, наблюдаемые при лазерном возбуждении обусловлены излучательной рекомбинацией свободных экситонов.

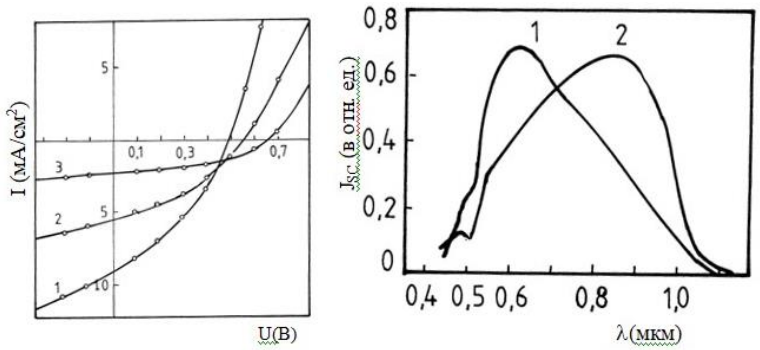


а **б**

Рис.1. Спектры поглощения (а) и люминесценции (б) тонких пленок CdS.

На рис. 2,а показаны световые вольтамперные характеристики $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ для x=0.10, 0.15 и 0.20 составов при освещении источником, имеющим мощность W=100 мВт/см^2. Как видно из рисунка, с увеличением концентрации Zn от 10 до 20%, плотность тока уменьшается от 8 до 2,3 мА/см^2, а напряжение холостого хода U_{xx}, увеличивается от 0,5 до 0,65 В, но коэффициент заполнения остается относительно неизменным (ff=0,4). Увеличение величины x от 0 до 0,20 приводит к увеличению плотности тока, ведущего к уменьшению эффективности гетероструктур от 4 до 0,6 %. Увеличение ширины запрещенной зоны в тонких пленках $Cd_{1-x}Zn_xS$ с увеличением величины x ведет к росту энергетического барьера $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ гетероструктур, ведущего в итоге к увеличению напряжения холостого хода до 0,65 В при x=0,2. С другой стороны, увеличение удельного сопротивления $Cd_{1-x}Zn_xS$ с увеличением x ведет к уменьшению тока короткого замыкания $I_{кз.}$, в результате происходит значительное уменьшение коэффициента полезного действия (КПД) этих структур. В целях повышения значений $I_{кз.}$ и КПД нами были изготовлены гетероструктуры $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ на низкоомных подложках $Cd_{1-x}Zn_xS$. При этом, КПД освещенных образцов с источником мощностью W=100 мВт/см^2 достигает величины порядка 7,8%.

На рис.2,б показаны спектры фоточувствительности гетероструктур $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ до (кривая 1) и после (кривая 2) отжига в вакууме при 300 ^{0}C в течение 10 мин. Как видно из рисунка, максимум спектра фоточувствительности после отжига сдвигается в сторону длинных волн. Это может быть объяснимо, если предположить, что процесс отжига приводит к уменьшению концентрации акцепторов в p-$CuInSe_2$, который в результате увеличивает ширину области пространственных зарядов. Поэтому, разделение фотоносителей, генерированных в $CuInSe_2$, происходит быстро, что приводит к увеличению фотопроводимости гетероструктуры в длинновольновой области спектра.



а **б**

Рис.2, а Световые вольтамперные характеристики (а) и фоточувствительности (б) гетероструктур $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$.

Литература

1. В.М. Салманов, А.Г. Гусейнов, М.А. Джафаров, Р.М. Мамедов, Т.А. Мамедова. Оптика и спектроскопия, 2022, т. 130, вып.10, стр. 1567-1570.
ФТП, 20011, т.45, в. 2, с. 263-267.
2. R. Banerjee, R. Jayakrishnan and P. Ayyub. J. Phys. Condens. Matter. 2000, 12, 328-332.

Abstract

The absorption and luminescence spectra of thin films of CdS films and $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ heterojunctions obtained by chemical pulverization followed by pyrolysis and thermal evaporation in vacuum under laser excitation were experimentally studied. It is shown that the observed peaks in the absorption and luminescence spectra in thin CdS films are due to exciton transitions. The efficiency of the $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ heterostructure illuminated with a source of power W=100m W/cm^2 reaches about 7.8 %.

Xülasə

Kimyəvi tozlaşma və termal buxarlanma üsulları ilə alınmış CdS nazik təbəqələrinin və $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ heterokeçidlərinin optik udma və lüminessensiya spektrləri lazer şüalarının təsiri ilə eksperimental olaraq tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, CdS nazik təbəqələrinin optik udma və lüminessensiya spektrlərində müşahidə olunan maksimumlar eksiton keçidləri ilə bağlıdır. Gücü W=100mW/sm^2 olan işıq mənbə ilə işıqlandırılan $CuInSe_2/Cd_{1-x}Zn_xS$ heterostrukturunun faydalı iş əmsalı təxminən 7,8 % qiymətə çatır.

YARIMKEÇİRİCİ NANOSTRUKTURALARDAN FOTOÇEVİRİLMƏ PROSESİNDƏ İSTİFADƏ

Məmmədov E.M., dos. Quliyev N.İ., dos. İmanov R.M., Bədəlova F.M., Abbasov R.A.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: silisium, fotoelement, günəş enerjisi, nanoobyekt, nanoklaster

Ключевые слова: кремний, фотовольтаика, солнечная энергия, нанообъект, нанокластер.

Keywords: silicon, photovoltaic, solar energy, nanoobject, nanocluster

Digər materiallarla müqayisədə bir sıra texnoloji və iqtisadi üstünlüklərə malik olan silisium günəş elementləri(fotoelementləri) eyni zamanda silisiumun özünün təbiəti ilə bağlı müəyyən çatışmazlığa malikdir (300 K-də qadağan zonasının eni 1,12 eV-dir). Məsələ burasındadır ki, silisium fotoelementlər üçün günəş enerjisinin çevrilməsinin optimal diapazonu günəş selində aşağı intensivliyə malik infraqırmızı spektrə (1-1,5 eV) düşür və daha intensiv qısa elektromaqnit dalğalarının udulması isə yalnız sistemin entropiyasının artmasına səbəb olur.

Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq mexanizmini müasir nanotexnologiyanın nailiyyətlərində axtarmaq lazımdır.Bu fotokeçiricilərə,onların effektivliyini xeyli üstələyən yeni keyfiyyətlər verə bilər.

[3]-də göstərildiyi kimi, fotoelektrik sistemlərin effektliyinin artırılmasının perspektivli istiqamətlərindən biri (50%-ə qədər) fotoçevrilmə proseslərində multieksiton hasilat effektinin nadir xassələrindən istifadə etməkdir (MEH bir fotonun udulması zamanı çoxlu eksitonların əmələ gəlməsidir). Bu ilk dəfə 2002-ci ildə əvvəlcədən xəbər verildi [5] və sonradan [9, 8, 7] işlərində yarımkeçirici kvant nöqtələri olan müxtəlif materiallarda (xüsusilə, ağır metalların selenidləri və sulfidləri) hərtərəfli öyrənildi. Bu prosesin mexanizmi hələ də tam açılmayıb.

Multieksiton hasılatını izah etmək üçün statistik yanaşma [2]-də təklif edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, kütləvi nümunələrdə bu effekt praktiki olaraq müşahidə edilmir.

Multieksiton hasilatının özünü göstərdiyi kvant nöqtəsi (nanokristal) sıfır ölçülü obyektdir. Bu nanoklaster deyil, maddənin nanoölçülü kristal, dispersion və kvazi həcmli quruluşudur. Kvant nöqtəsinin xüsusiyyətləri:

1)ölçüləri 5 : 50 nanometr arasında dəyişir ;

2)atomların (və ya molekulların) sayı bir neçə minə çatır;

3)nanoobyektlərin xassələrinin demək olar ki, bütün spesifik xüsusiyyətləri qorunub saxlanılır ;

4)nanoklaster üçün xarakterik olan atomların sayından asılılığı yoxdur;

5)fiziki və kimyəvi xassələri hissəciklərin (dənələrin, kristallitlərin) ölçüsündən asılıdır.

Kvant nöqtəsinin molekullarının günəş şüalanmasının enerjili fotonları ilə qarşılıqlı təsiri (fotonlar əsasən görünən diapazondan sorulur və buna görə də daha yüksək intensivliyə malikdir) "ilkin" elektronun optik həyəcanlanmasına səbəb olur.

Kvant çuxurun molekullarının optik həyəcanlaşma enerjisinin sonrakı relaksasiyası, multieksiton hasilatı ilə eyni zamanda zərbə rekombinasiyası vasitəsilə həyata keçirilir (bir neçə elektron-deşik cütləri və ya eksitonlar).

Müəllifin fikrincə, bu effektin kütləvi nümunələrdə müşahidə edilməməsinin səbəbləri nəzərdən keçirilən kvant nöqtələrində özünü göstərən iki xüsusiyyətdir:

Birincisi, kvant nöqtəsinin enerji quruluşu, həmin tərkibli kütləvi nümunənin zona quruluşundan fərqli olaraq, diskretdir. Bunun səbəbi nanokristal təşkil edən atomların kifayət qədər məhdud sayda olmasıdır. Atomlar birləşdikdə, ilkin atom spektrindən enerji səviyyələrinin müəyyən qədər yerdəyişməsi baş verir, lakin atomların məhdud sayda olması səbəbindən səviyyələrin bir-birini örtməsi və zonaların formalaşması baş verir. Nanokristalın enerji spektri daha çox diskret “enerji zolaqları” cəmidir.

İkincisi, nanokristallarda eksiton hallarının enerji “dərinliyi” hətta otaq temperaturunda belə [1] istilik enerjisi ilə (kT) müqayisə oluna bilər, kütləvi nümunələrdə isə eksitonların enerjisi istilik həyacanlaşması enerjisindən müqayisə olunmaz dərəcədə az olur. Otaq temperaturunda onlarda ekstonlar praktiki olaraq müşahidə olunmur.

Multieksiton hasilatı nəticəsində elektron-deşik cütləri yaranır, bu zaman deşiklər praktiki olaraq bütün sistemin Fermi səviyyəsi ilə üst-üstə düşən E_0 vəziyyətini tutur, və bu cütün elektronları kvant çuxurunun qadağan zonasının eni qədər daha yüksəkdə yerləşmiş E_1 səviyyəsini tutur. E_1 səviyyəsi silisiumun keçirici zonasından potensial çəpərlə fazaca ayrılmışdır. İşığın udulması prosesindən əvvəl E_1 səviyyəsi dolmamışdır. Bu səviyyədən multieksiton hasilatı prosesində doğulan elektrona bu səviyyədənsilisiumun keçiricilik zonasına tunelləmə kanalı açır.

Elektronun keçiricilik zonasında keçidi elektron-deşik cütlüyününfazaca bölünməsinə və fotoelementin kontaktlarında qiyməti aşağıdakı düsturla təyin olunan U_k potensiallar fərqinin yaranmasına gətirib çıxarır.

$$U_k = \Delta E_{g1} - \Delta E_c - \mu p - \mu n$$

burada: ΔE_{g1} - genişzonalı yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zonasının eni,

ΔE_c - n və p tipli yarımkeçiricilərin çıxış işləri fərqi ilə təyin edilən keçiricilik zonasının kəsilməsidir və μ_p və μ_n başlanğıc vəziyyətdə müvafiq olaraq onların Fermi enerjiləridir.

Tunelləmə ehtimalının, eləcə də fotoelementin cərəyan xarakteristikalarının hesablanması üzrə müvafiq tədqiqatlar aparılacaq.

Bu işi yekunlaşdıraraq qeyd etmək olar ki, multieksiton hasilat effekti əsasında günəş fotoelementlərinin effektliyinin potensial imkanlarını göstərmiş, effektin, fotoçevrilmə proseslərində istifadə etməyə imkan verən spesifik xüsusiyyətləri açılmışdır . Həmçinin aktiv bölgəsinə günəş enerjisinin çevrilməsində multieksiton hasilatından istifadə etməyə imkan

verən kvant sıfır ölçülü quruluşların daxil olduğu fotoelementin yarımfenomenoloji modeli verilmişdir.

Göstərilir ki, təklif olunan fotoelementin faydalı iş əmsalı yüksək kvant çıxışı və fotoçevrilmə prosesində görünən şüalanma spektrinin enerjili fotonlarının udulması ilə təmin edilir .

Ədəbiyyat

1. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники. М.: Логос. 2006. С. 163.
2. Оксенгендлер Б.Л., Тураева Н.Н., Рашидова С.Ш. Статитическая теория множественного рождения экситонов в солнечных элементах на основе квантовых точек. Гелиотехника. 2009. № 3. С. 36-42.
3. Basic research needs for Solar Energy Utilization. Report of the Basic Energy Sciences Workshop on Solar Energy Utilization. April 2005, 18021, Second Printing, October 2005, U.S. Dep. of Energy (DOE).
4. Nozik A. J.Physica E. 2002. V. 14. P. 115.
5. Schaller R.D., Petruska M.A. and Klimov V.I. Appl.Phys.Lett. 2005.V. 87. P. 253102.
6. Schaller R.D., Pietryga J.M. and Klimov V.I. Nano Lett. 2007.V.7. P. 3469-3476.
7. Schaller R., Sycora M., Pietryga J.M. and Klimov V.I. Phys.Rev.Lett. 2006. V. 96. P. 097402-1-4.

Резюме

В статье показаны потенциальные возможности повышения эффективности солнечных фотоэлементов на основе эффекта многоэкситонного извлечения и выявлены особенности эффекта, позволяющие использовать его в процессах фотопреобразования. Также приведена полуфеноменологическая модель фотоэлемента, включающая в себя квантовые нульмерные структуры, позволяющая использовать многоэкситонное производство при преобразовании солнечной энергии в активную область.

Показано, что полезная эффективность предлагаемого фотоэлемента обеспечивается высоким квантовым выходом и поглощением энергичных фотонов видимого спектра излучения в процессе фотопреобразования.

Summary

In the article, the potential possibilities of the efficiency of solar photocells based on the multiexciton extraction effect have been shown, and the specific features of the effect, which allow using it in photoconversion processes, have been revealed. Also, a semi-phenomenological model of the photocell, which includes quantum zero-dimensional structures, which allows the use of multiexciton production in the conversion of solar energy to the active region, is given.

It is shown that the useful efficiency of the proposed photocell is provided by the high quantum yield and the absorption of energetic photons of the visible radiation spectrum during the photoconversion process.

MƏSAMƏLİ SİLİSİUMUN LÜMİNİSSENT XASSƏLƏRİNƏ ƏLAVƏ AŞILANMANIN TƏSİRİ

F.r.e.d. Rüstəmov F. Ə., F.r.e.n. Dərvişov N. H., F.r.e.n. Bağıyev V. Ə., F.r.e.n. Məmmədov M. Z.

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ, Kondensə olunmuş hal fizikası şöbəsi

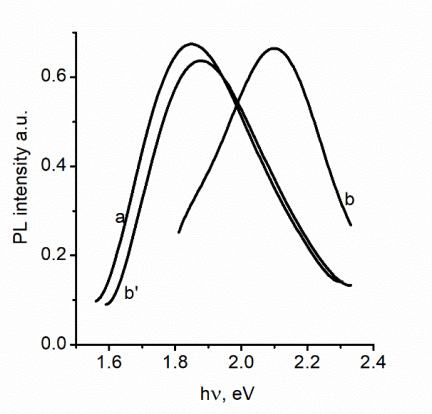
farhad.rustamov@bsu.edu.az

Açar sözlər: məsaməli silisium; fotolüminessensiya; əlavə aşılanma, oksigen rabitələri

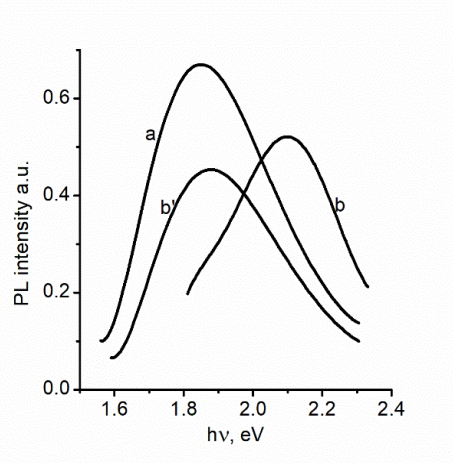
Silisium kristalları səthində çoxlu sərbəst əlaqələr olan 1.1 eV qadağan olunmuş zonalı çəp keçidli yarımkeçirici olduğu üçün görünən oblastda fotolüminessensiya (FL) biruzə vermir. Uyğun elektrokimyəvi və ya sirf kimyəvi aşılamadan sonra, məsaməli silisium (MS) adlanan yeni material isə maksimumu 1.1 eV-dan böyük olan görünən FL biruzə verir [1, 2]. Hal-hazırda bunun ilk növbədə silisium nanokristallarının qadağan olunmuş zonasının kvant - ölçülu effect səbəbindən baş verdiyi müəyyən edilmişdir. Bu effektə görə nanohissəciklərin ölçüsü kiçildikcə qadağan olunmuş zonanın eni artmalıdır. Lakin yüksək məsaməliklərdə, yəni çox kiçik ölçülərdə, FL-nın maksimumunun yüksək enerjilər oblastına sürüşməsi kəsilir [3]. Səth halları ilə əlaqədar qadağan olunmuş zonada yaranan lokal şüalanma rekombinasiya səviyyələrinin yaranması bu eksperimental faktı izah edə bilər [4]. Beləliklə bu səviyyələrin olması və ya olmaması MS-un FL xassələrini kəskin dəyişə bilər. Bu təsirin öyrənilməsi məqsədi ilə işdə MS-un FL spektrlərinə onların HF və KOH -ın sulu məhlullarında əlavə aşılanmasının təsiri tədqiq edilmişdir.

Məsaməli silisium nümunələri xüsusi müqaviməti 0.1 Om·sm, oriyentasiyası (111) olan p-tip monokristallik silisium lövhələri üzərində sırf kimyəvi aşılama üsulu ilə alınmışdır. MS nümunələri həcmi nisbəti 1200:1:800 olan HF : HNO_3 : CH_3COOH məhlullarında aşılama ilə alınmışdır [5]. Nümunələrin əlavə aşılanması 10%-li HF və 0.01M KOH -in sulu məhlullarında aparılmışdır.

Şəkil 1 -də MS nümunələrinin dərhal alınandan sonrakı (a) və 10%-li HF-un spirt məhlulunda əlavə aşılanmadan sonrakı (b) fotolüminessensiya spektrləri verilmişdir.Göründüyü kimi nümunə alınandan dərhal sonra maksimumu ~1.85 eV olan qırmızı fotolüminessensiya biruzə verir (Şəkil 1a). Bu nümunələr 10%-li HF-un spirt məhlulunda ~10 dəq əlavə aşılandıqdan sonra maksimumu ~2.1 eV olan sarı fotolüminessensiya biruzə verir (Şəkil 1b). Yəni belə əlavə aşılanma FL-in maksimumunun yüksək enerjilər oblastına sürüşməsinə səbəb olur (Şəkil 1, keçid a→b). Hava ilə təmasa gətirildikdən sonra FL spektri sürətlə (~ 2-3 dəq) transformasiya olunur və onun maksimumu yenidən ~1.85 eV-a geriyə sürüşür (Şəkil 1, keçid b→b').



Şəkil 1. MS -un HF məhlulunda əlavə aşılanmadan əvvəl və sonrakı FL spektrləri



Şəkil 2. MS -un KOH məhlulunda əlavə aşılanmadan əvvəl və sonrakı FL spektrləri

Şəkil 2-də 0.01M KOH sulu məhlulunda ~ 2 dəq əlavə aşılanmaya məruz qalmış MS nümunələrinin xarakterik FL spektrləri göstərilmişdir. Göründüyü kimi, qələvi aşılayıcıda əlavə aşılanma da FL-nın maksimumunun yüksək enerjilər oblastına sürüşməsinə (Şəkil 2, keçid a→b) səbəb olur. Bu zaman yenə də qirmizi fotolüminessensiya (~1.85 eV) sarıya (~2.1 eV) keçir. Lakin Şəkil 2b -dən göründüyü kimi, zəif HF məhlulundakı aşılamadan fərqli olaraq, bu zaman FL-in intensivliyinin nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldığı müşahidə olunur. Hava ilə təmas, əvvəlki haldakı kimi, yenə FL-in maksimumunun geriyə (~1.85 eV) sürüşməsinə səbəb olur. Lakin bu zaman FL-ın intensivliyi kəskin azalır (Şəkil 2, keçid b→b)

Şəkil 1 və Şəkil 2 -nin müqayisəsi məsaməli silisiumun HF və KOH məhlullarındakı əlavə aşılanması zamanı FL spektrlərinin oxşar transformasiyasının baş verdiyini göstərir. Əlavə aşılama hər iki halda FL spektrinin maksimumunun 1.85 eV-dan 2.1 eV -a (a→b keçidləri) sürüşməsinə səbəb olur. Belə oxşarlıq bu müxtəlif aşılayıcıların FL-nin mexanizminə təsirinin eyniliyini göstərir. Məlumdur ki, həm HF-un zəif su məhlulları, həm də qələvilər silisiumun səthindəki oksid təbəqəsini sürətlə aşılayırlar [2, 4]. Beləliklə, alınmış nümunələrin göstərilən məhlullardakı əlavə işlənməsi Si-O əlaqələrinin aşılanmasına və deməli silisim nanokristallarının qadağan olunmuş zonasındakı lokal şüalanma rekombinasıya səviyyələrinin yox olamasına gətirir. Qadağan olunmuş zonada bu lokal səviyyələrin olmaması şüalanma rekombinasıyasının zona - zona keçidləri hesabina baş verməsinə gətirir ki, bu da özünü FL-nın maksimumunun 1.85 eV-dan 2.1 eV-a sürüşməsində büruzə verir.

Atmosfer havasında saxlanması nümunələrin FL spektrlərində daha bir oxşar transformasiyasına səbəb olur (b→b' keçidləri). Bir neçə dəqiqə ərzində FL-nın maksimumunun sarı (2.1 eV) oblastdan kiçik enerjili qırmızı (1.85 eV) oblasta geriyə sürüşməsi baş verir. Bu zaman silisium nanokristallarının səthi yenidən oksidləçir. Nəticədə silisium nanokristallarının qadağan olunmuş zonasında yenidən lokal şüalanma rekombinasiya səviyyələri yaranır. Şüalanma pekombinasiyası bu səviyyələrdən baş verir. Nümunələrin işlənməsinin necə olmasından asılı olmayaraq şüalanma rekombinasıyası yenidən bu səviyyələrdən baş verir.

Şəkil 1 və Şəkil 2 -nin müqayisəsi FL spektrlərinin sürüşməsindəki oxşarlıqla yanaşı həm də onlar arasındakı fərqli cəhəti də göstərir. MS -un HF və ya KOH məhlullarındakı əlavə aşılanması və havada oksidləşməsi FL maksimumunun eyni bərpa olunan qırmızı - sarı - qirmizi sürüşməsinə gətirir. Lakin HF məhlulunda əlavə aşılanma zamanı FL intensivliyi təqribən sabit qalırsa, KOH məhlulunda əlavə aşılama intensivliyin nəzərə çarpacaq azalmasına səbəb olur. Bu silisium və onun oksidinin göstərilən məhlullarda müxtəlif sürətlə aşılanmasının təzahürüdür [2].

Ədəbiyyat

1. L.T. Chanham, Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafer, Appl. Phys. Lett. 57 (1990) 1046-1048
3. [2] V. Lehmann, U. Gosele, Porous silicon formation: A quantum wire effect, Appl. Phys. Lett. 58 (1991) 856-858
4. [3] F.A. Rustamov, N.H. Darvishov, M.Z. Mamedov, E.Y. Bobrova, H.O. Qafarova, Porous silicon bandgap broadening at natural oxidation. J. Lumin. 131, 10 (2011) 2078-2082
5. [4] C. Delerue, G. Allan, M. Lannoo, Theoretical aspects of the luminescence of porous silicon, Phys. Rev. B 48, 15 (1993) 11024-11036
6. [5] F.A. Rustamov, N.H. Darvishov, M.Z. Mamedov, E.Y. Bobrova, H.O. Qafarova, Formation of lateral homogeneous stain etched porous silicon with acetic acid at oxidant insufficiency, Azerb. J. Physics. 18, 3 (2012) 44-49

Аннотация

Исследовано влияние дотравливания в водных растворах HF и KOH на фотолюминесценцию пористого кремния. Показано, что такая обработка

свежеприготовленных образцов во всех случаях приводит к сдвигу максимума фотолюминесценции с 1.85 эВ в 2.1 эВ. Дальнейшее атмосферное окисление в течении 2÷3 мин приводит к трансформации спектров и ее максимум обратно смешается в 1.85 эВ. Обсуждена роль кислородных связей в образовании локальных излучательных рекомбинационных уровней в запрещенной зоне ответственных за наблюдаемые трансформации фотолюминесценции.

Abstract

The effect of posttreatment in aqueous solutions of HF and KOH on the photoluminescence spectra of porous silicon has been investigated. It is shown that this posttreatment of as-prepared samples leads to a shift of the photoluminescence maximum from ~1.85 eV to 2.1 eV. Subsequent atmospheric oxidation during 2÷3 min leads to the transformation of the spectra, and its maximum shifts back to 1.85 eV. The role of oxygen bonds in the formation of local radiative recombination levels in the band-gap, responsible for photoluminescence transformations, is discussed.

ELECTROPHYSICAL STUDIES IN $CuTlSe_2$ CRYSTAL

D.ph.m.s. prof. Madatov R. S.[1,2], D.Ph.ph.Mamishova R. M.[1,2], Babayeva F. N.

[1]İnstitute of Radiation Problems, Azerbaijan National Academy of Sciences

[2]National Aviation Academy

[3]Azerbaijan University of Architecture and Construction

Email: rexsane@yandex.ru

Key words*:* crystal, X-ray phase analysis, radiation dose, dielectric function.

Modern research focuses on nanomaterials, superconductors and multi-phase systems [1, səh. 288, 2, səh.614-620]. It should be noted that all these still need extensive search and research. Copper chalcogenides have long been studied by the researcher because of their significant physical and chemical properties [3, səh.1-7, 4, səh. 3473-3479]. Stoichiometric and non-stheiometric compounds formed in Cu-S(Se) systems have long been one of the major investigated objects for their application-oriented properties. This interest is due to the physical and chemical properties that are manifested in them [5, səh.3-5]. Another interesting feature of these system compounds is the presence of several structural phase transitions that occur depending on temperature. Therefore, taking into account what has been said, the main purpose of the present work is to conduct the X-ray analysis of $CuTlSe_2$ compound crystals and to determine the dielectrical function(DF) in the sample depending on the temperature.

The studied $CuTlSe_2$ compound was grown at high temperature using the Bridgman–Stockbarger method. Using materials with a high degree of purity (Tl, 99.99%; Cu, 99.999%; Se, 99.99%) in the crucible is completely melted in the hot zone at 775 K of the two-zone Bridgman furnace and is transferred to the cold zone (580 K) at speed of 1.2 mm/h. The obtained single crystal had a diameter of 1 cm, a length of 8 cm and a specific resistance of ~ 40 **Ω** · cm.

Crystal structure and lattice parameters of the sample obtained by X-ray analysis method a = 4.08; c = 8.16 Å; z = 2 were calculated, and it was determined that the compound crystallizes in tetragonal crystal system and the results were given in [6, səh.1837-1841].

The resulting samples were exposed to a dose of Dγ = 500krad using an MRX γ-25 setup with a Co^{60} isotope source (E = 1.25 MeV). The surfaces of the crystal before and after their exposure to the gamma radiation were studied using an nanoEducator scanning probe microscope (SPM).

Measurements of dependence of the dielectric function (DF) on temperature of the initial and irradiated(D_γ = 25Mrad) $CuTlSe_2$ crystal are determined for the frequencies f = 200Hz÷500kHz. The impedance spectroscopy (İS) measurements of $CuTlSe_2$ samples were done in an evacuated cryostat in the temperature range of 150 - 450K using E7-25 device for detection pair of parametres such as the real part of the dielectric function ε(ω).

As can be seen from the figure, an increase in the value of dielectric permeability is observed at all frequencies of the measurement area with the increase in temperature. The maximum observed at higher frequency values occurs at higher temperatures and the value of dielectric constant is smaller than at lower frequencies.

As can be seen from the curves, as the temperature increases, the value of the dielectric constant increases and reaches the maximum value at a certain temperature, and an anomaly is observed, with a further increase in temperature, a relaxation-like decrease is observed. These changes that we observed in the temperature-frequency characteristics of dielectric permittivity are typical for Debye-type relaxation processes [7, səh.2845].

References

1. Yu.Ya. Gurevich, and Yu.I.Kharkats, Superionnye provodniki (Superionic Conductors), Moscow, 288 (1992)
2. A.K. Ivanov Shits, and I.V.Murin, Ionika Tverdogo Tela (Solid State Ionics), Saint Petersburg: SPbGU, **1,** 616 -620 (2000)
3. Z.S. Aliev, Y.M. Koroteev, T. Breczewski, N.B. Babanly, I.R.Amiraslanov, A. Politano, G. Madariaga, M.B. Babanly, E.V. Chulkov, Insight on a novel layered semiconductors: CuTlS and CuTlSe. Journal of Solid State Chemistry, **242,** 1-7. doi.org/10.1016/j.jssc.2016.05.036 (2016)
4. Wang R., Zhang X., Zheng C., Lin J., Huang F. Synthesis, crystal structure, electronic structure, and photoelectric response properties of KCu_2SbS_3. Dalton Trans. **45**, 3473-3479, doi.org/10.1039/C5DT03910J (2016)
5. R. S. Madatov, R. M. Mamishova, G. B. Baylarov, Characteristics of current injection in the narrow-band p-CuTlS single crystal, Applied Physics A (2021) **127:364 https://doi.org/10.1007/s00339-021-04515-8**
6. M.B. Babanly, Li Tai Un, and A.A. Kuliev, Sistema Cu–Tl–S (Cu–Tl–S System), Zh. Neorg. Khim., **32**, 1837-1841 (1986)
7. X. Wu, E. S. Yang, and H. L. Evans, Negative capacitance at metal-semiconductor interfaces J. Appl. Phys. **68**, 2845 (1990).

Резюме

В настоящей работе исследованы рентгенофазовый анализ (РФА) и диэлектрическая функция (ДФ) соединения $CuTlSe_2$, полученного методом Бриджмена-Стокбаргера. В результате исследования было установлено, что основными результатами исследований ИС являются изменение знака емкости в зависимости от температуры (T) и частоты (ω) электрического поля.

Xülasə

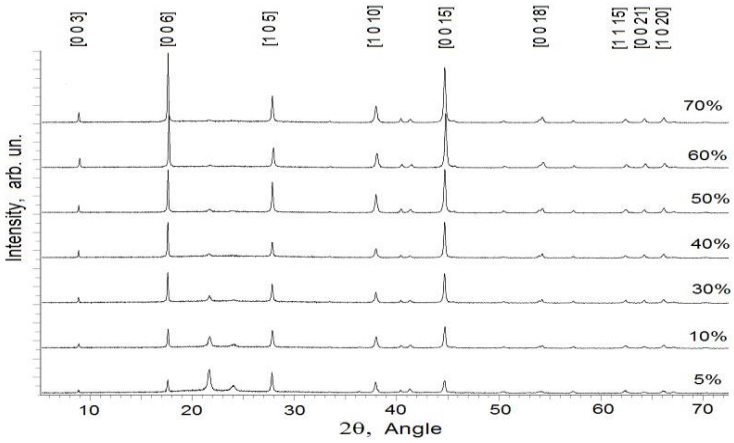
İşdə Bricmen-Stokbarger üsulu ilə alınmış $CuTlSe_2$ birləşməsinin rentgen faza analizi (RFA) və dielektrik funksiyası (DF) tədqiq edilmişdir. Tədqiqat nəticəsində İS tədqiqatlarının əsas nəticələrinin elektrik sahəsinin temperatur (T) və tezliyi (ω) ilə tutum işarəsinin dəyişməsi olduğu təxmin edilmişdir.

ASPE+XHƏCM%Bi_2Te_3 KOMPOZİTLƏRİNDƏ RENTGEN ŞÜALARININ DİFRAKSİYASI VƏ İŞIĞIN KOMBİNASİYALI SƏPİLMƏSİNİN TƏDQİQİ

f.f.d., Həmzəyeva A. Y.
Gəncə Dövlət Universiteti
ayselhemzeyeva15@gmail.com

Açar sözləri: rentgen şüalarının difraksiyası və işığın kombinasiyalı səpilməsi.
Key words: X-ray diffraction and combined light scattering

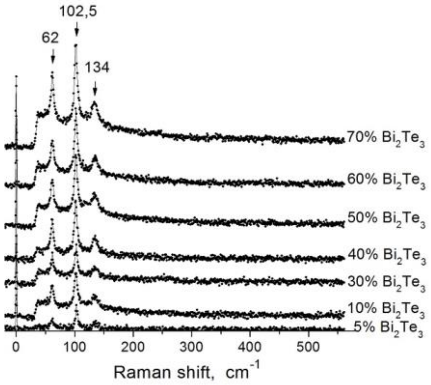
Məlum olduğu kimi Bi_2Te_3 tip birləşmələr və onların əsasında bərk məhlullar termoelektrik materiallar kimi praktikada geniş tətbiq olunur. Nəzəri hesablamalar göstərmişdir ki,[1] termoelektrik effektivliyinin kəskin artırılması üçün kiçik ölçülü strukturlardan (nazik plonkalar, nanoiplər, nanokristallar və.s) istifadə edilir. Biz aşağı sıxlıqlı polietilenə toz halında olan Bi_2Te_3 birləşməsindən əlavələr etməklə, termik presləmə üsulu ilə ASPE+xhəcm%Bi_2Te_3 kompozitlərini alaraq tədqiq etmişik. Bi_2Te_3 nanokristalitlərinin ölçüsü 50 nm-dən böyük olmamışdır. Tədqiqatlar tərkibində 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 və 70 həcm% Bi_2Te_3 kristalitləri olan nanokompozitlərdə aparılmışdır[2]. Nümunələrdə rentgen şüalarının difraksiyası və işığın kombinasiyalı səpilməsi tədqiq edilmişdir. Alınmış kompozitlərin rengenostruktur tədqiqatları Bruker D8 Advance rentgen difraktometrində aparılmışdır. Şəkil 1-də tərkibində müxtəlif miqdarda Bi_2Te_3 olan nanokompozitlərin rentgenoqrafik tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi Bi_2Te_3-ün kiçik konsentrasiyalarında (5%,10%) ASPE matrisası üçün xarakterik olan 21,6-24^0-də reflekslərin üstünlüyü daha aydın ifadə olunur. Tərkibdə Bi_2Te_3 kristalitlərinin konsentrasiyası artdıqca Bi_2Te_3-ə aid olan reflekslərin intensivliyi artır, ASPE-yə aid reflekslərin intensivliyi isə azalır.



Şəkil 1. ASPE+xhəcm%Bi_2Te_3 nanokompozitlərində rentgen şüalarının difraksiyasın x=5%, 10%, 30%, 40%, 50%, 60%,70%

İşığın kombinasiyalı səpilməsinin tədqiqi üçölçülü konfokal Raman mikroskopunda Nanofinder 30(Tokio İnst, Japan) tədqiq edilmişdir. Həyəcanlanma dalğasının uzunluğu 532nm olmuşdur. Nanokompozit üzərinə düşən lazer şüasının en kəsiyinin radiusu 4mkm olmuşdur. Şüalanma -70^{0}C-ə qədər soyudulmuş fotonların sayılması rejimində işləyən CCD kamerası ilə qəbul edilmişdir. Kamera fotonların hesablanma rejimində işləyir. Bütün ölçmələr ekspozisiya müddətinin 20 saniyə olması halında aparılmışdır. Lazer şüalanmasının gücü 10MVt olmuşdur. 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 və 70 həcm%Bi_2Te_3 doldurucusu olan nanokompozitlərin kombinasyon səpilməsi spektri şəkil 2-də verilib. Şəkildən aydın görünür ki, tədqiq olunan bütün kompozitlər üçün 3 aktiv Raman modu müşahidə edili3[3]: 62sm^{-1} tezliyində (A^1_{1g}), 102,5sm^{-1} tezliyində (E^2_g), 134sm^{-1} tezliyində (A^2_{1g}). Tərkibdə Bi_2Te_3 doldurucusunun miqdarı artdıqca Raman modlarının spektrləri artmışdır. Həmin maksimumlar A^1_{1g}, E^2_g, A^2_{1g} modlarında Bi_2Te_3 nümunəsi üçün müvafiq olaraq 62,5 sm^{-1}; 134 sm^{-1} və 103 sm^{-1}-də, 5həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 61,6 sm^{-1}; 136 sm^{-1} və 102,5

sm^{-1}-də, 10həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60,7 sm^{-1}; 131 sm^{-1} və 100 sm^{-1}-də, 30həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60,7 sm^{-1}; 134 sm^{-1}və 101,6 sm^{-1}-də, 40həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60 sm^{-1}; 134 sm^{-1} və 100,8 sm^{-1}-də, 50həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60,7 sm^{-1}; 132 sm^{-1} və 100,8 sm^{-1}-də, 60həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60,7 sm^{-1}; 134 sm^{-1} və 100,7 sm^{-1}-də, 70həcm% Bi_2Te_3 nümunəsi olan kompozitdə 60,7 sm^{-1}; 132 sm^{-1} və 101,6 sm^{-1}-də müşahidə edilib. Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, xarakterik olaraq tədqiq olunan kompozitlərdə kombinasiyalı səpilmə spektrində 3 kəskin ifadə olunmuş maksimum müşahidə edilir. Tərkibdə Bi_2Te_3 doldurucusunun miqdarı artdıqca spektrlərdə kəskin dəyişmələr müşahidə edilməmişdir. Bu isə nümunələrdə faza çevrilmələrinin müşahidə edilmədiyini göstərir.



Şəkil2.ASPE+xhəcm%Bi_2Te_3 nanokompozitlərinin kondenasyon səpilmə spektrləri. x= 5%, 10%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%.

Ədəbiyyat

1. L.D. Hicks, M.S. Dresselhaus. Phys. Rev. B, **47**, 12727 (1993).
2. Э.М. Годжаев, С.Ш. Кахраманов, К.Дж. Гюльмамедов, А.Ю. Гамзаева.
a. Термоэлектричество. N.3, 21 (2013).
3. W. Richter, H. Kohler, C.R. Becker. Phys. Stat. Sol. (b), **84**, 619 (1977).

Summary

The article is devoted to clarifying the study of X-ray diffraction and combined light scattering in ASPE+xhcm%Bi_2Te_3 composite materials.

$TlGaSe_2$ MONOKRİSTALINDA KEÇİRİCİLİYİN TƏBİƏTİ

f.r.e.n.Həsənova L.H., f.r.e.d.Abasova A.Z. , f.r.e.n.Məhəmmədov Ə.Z., f.r.e.n.Cahagirova S.Ə.
Bakı Dövlət Universiteti,
e-mail: ludmilahasanova@mail.ru

Açar sözlər: kompensə olunmuş yarımkeçirici, səçrayışlı keçiricilik, tunel keçidi

Bərk cisimlər fizikasının və elektronikasının inkişafı, yeni yüksək həssaslığa malik madəələrin alınması ilə yanaşı, onlarda baş verən maraqlı proseslərin öyrənilməsini də tələb edir. Son zamanlar $A^I B^{III} C_2^{VI}$ tip mürəkkəb yarımkeçirici birləşmələr maraqlı fiziki xassələrinə görə diqqəti cəlb edir. $A^I B^{VI}$ ikiqat yarımkeçiricilərin analoqu olan $A^I B^{III} C_2^{VI}$ birləşmələri də defekt quruluşludur və defektlərin konsentrasiyasının böyük olması nizamsızlığa səbəb olur.

İdeal kristalloqrafik quruluşa və elementar özəyin fəzada düzgün paylanmasına baxmayaraq ümumilikdə kristalın nizamsız quruluşa malik olması, elementar özəklərdə atomların

yerləşməsinin periodikliyinin pozulmasıdır. Nizamsəz materiallar xüsusilə enerji spektrində spesifik xüsusiyyətə malik olur və cərəyan köçürmək mexanizmində əhəmiyyətli rolu olur.

$A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ qrupuna daxil olan birləşmələrin əksəriyyəti layvari və zəncirvari quruluşa malikdir və geniş optik diapazonda yüksək həssaslıga malikdir. $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ qrupuna daxil olan $TlGaSe_2$ kristalı fotoelektrik, optik və digər xassələrinə görə intensiv tədqiqat obyektinə çevrilmişdir [1, 2].

Baxılan işdə aşqarlanmamış $TlGaSe_2$ kristalında elektrikkeçiriciliyin temperatur və tezlik xarakteristikalarına baxılmışdır, $TlGaSe_2$-də elektrikkeçiriciliyin temperatur asılılığı göstərmişdir ki, bu monokristalda dərin və dayaz aşqar səviyyələri var və $N_A - N_D \neq 0$, $N_A > N_D$, yəni kristal kompensə olunmuşdur. [3, 4] işlərində göstərilmişdir ki, kompensə olunmuş kristallarda keçiricilik mexanizmi aşqarlarla müəyyənləşir.

$TlGaSe_2$ layvari quruluşa malik olduğundan, ondan istənilən ölçüdə nümunələr kəsilərək səthinə gümüş pastasından elektrodlar çəkilir və beləliklə müstəvi kondensator alınır. Elektrikkeçiriciliyin tezlikdən asılılığı ($4\cdot10^1 \div 10^7$) Hs diapazonunda aparılmış, nümunələrə tətbiq olunan gərginlik 5 V tərtibində olmuşdur.

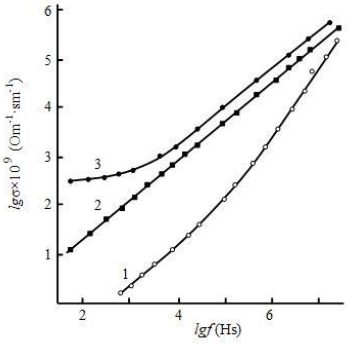
$TlGaSe_2$ kristalında elektrikkeçiriciliyin tezlikdən asılılığı şəkil 1-də göstərilmişdir. Ölçmələrin aparıldığı temperatur oblastında (100 – 600) K, keçiriciliyin tezlikdən asılılığı aşağıdakı qanuna tabedir:

$$\sigma(\nu) = \sigma_0 \nu^S, \qquad (1)$$

σ_0 – temperaturdan asılıdır, S – baxılan temperatur oblastında 0,2 – 1,2 arasında dəyişir.

Kvazisərbəst yükdaşıyıcılar üçün relaksasiya müddəti çox kiçik olduğundan $\nu \leq 10^8$ Hs tezliklərdə zona keçidləri ilə yaranan elektrikkeçiriciliyi tezlikdən asılı olmur, (1) düsturu ilə xarakterizə olunan sıçrayışlı keçiriciliklə xarakterizə olunur.

Sıçrayışlı elektrikkeçiriciliyin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, elektron bir donordan hələ elektron tutmamış digər donora "sıçraya" bilər və onun sərbəst elektronlarla yaranan keçiricilikdən üstünlüyü kvant hadisəsi olmasıdır. Kvant mexanikası elektronun sərbəst haldan yan keçərək və atomun istilik hərəkətindən istilik enerjisi almadan bir donordan digərinə keçmək imkanı verir. Belə keçid tunel keçidi adlanır və elektronun başlanğıc və son halda enerjisinin eyni olmasını tələb edir. Ona görə əhatədə olan aşqarların potensialına görə elektronun ilkin və son donorlardakı enerjisi fərqlənərsə çatışmayan enerjini almalı, artığı isə verməlidir. Lakin bu enerji çox kiçikdir, ona görə aşağı temperaturlarda sıçrayışlı keçiricilik, sərbəst yükdaşıyıcılarla elektrikkeçiriciliyə nəzərən üstünlük təşkil edir.



Şəkil 1. $TlGaSe_2$ monokristalında elektrikkeçiriciliyin tezlikdən asılılığı. T, K; 1 – 77; 2 – 300; 3 – 500.

Tədqiq olunan $TlGaSe_2$ monokristalı p-tip keçiriciliyə malikdir, $N_A - N_D \neq 0$, yəni kompensasiya olunmuş yarımkeçiricidir, bütün donorlar müsbət yüklənmiş ionlardan, akseptorlar isə qismən yüklü, qismən neytraldır. Cərəyan deşiklərin neytral akseptorlardan

yüklülərə tunel keçidi nəticəsində yaranır.

Deşiklərin ilk və son anlardakı enerjisindən asılı olaraq tunel keçidləri fononların iştirakı ilə və ya fononların iştirakı olmadan baş verə bilər. Nisbətən aşağı temperaturlarda S=0,8 və:

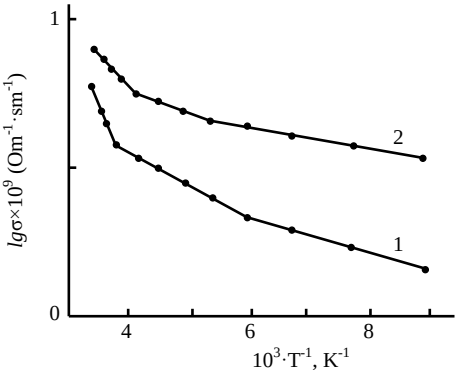
$$\sigma(\nu) = \sigma_0 \nu^{0.8}. \qquad (2)$$

$TlGaSe_2$ monokristalının aşağı temperaturlarda tezliyin $10^2 \le \nu \le 10^5$ Hs intervalında tezlikdən asılılığı (2) ifadəsi ilə xarakterizə olunur (şəkil 1). $\nu > 10^5$ Hs olduqda, temperaturun $200 \le T \le 300$ intervalında, $0{,}7 < S < 1$. Şəkildən görünür ki, T=77 K və $\nu > 5 \cdot 10^5$ Hs-də, S=1,2. Deyilənlər keçiriciliyin sıçrayışlı mexanizmə tabe olduğunu göstərir. Sıçrayışlı keçiriciliyə səbəb olan səviyyələri aşkar etmək üçün dəyişən sahədə keçiriciliyin temperatur asılılığı çıxarılmışdır (şəkil 2). Ümumi şəkildə asılılıq mürəkkəbdir, lakin müəyyən temperatur intervalında keçiriciliyi aşaqıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\sigma(\nu) = \sigma_0 \nu^S \exp\left(-\frac{E}{kT}\right), \qquad (3)$$

burada, E – müəyyən tezlikdə aktivləşmə enerjisidir.

Temperatur yüksəldikdə, S parametrindən başqa σ_0 və E də dəyişir. Bunu temperatur yüksəldikcə ionlaşmış aşqar mərkəzlərinin dəyişməsi, başqa sözlə akseptor və donor səviyyələrinin kompensasiya dərəcəsinin dəyişməsi ilə izah etmək olar.



Şəkil 2. $TlGaSe_2$ monokristalında müxtəlif tezliklərdə elektrikkeçiriciliyin temperatur asılılığı. ν, Hs; 1 – 7·10⁴; 2 – 2,5·10⁶.

Ədəbiyyat

1. А.Э. Бахышов, Л.Г. Мусаева, А.А. Лебедев, М.А. Якобсон. Оптические и фотоэлектрические свойства монокристаллов $TlGaSe_2$. ФТП, 1975, т.9, с.1548.

2. Л.Г. Мусаева, А.М. Мамедов, А.Э. Бахышов, Л.И. Касумова. Электрооптический эффект в $TlGaSe_2$. ФТТ, 1976, т. 18, с. 1421.

3. Б.И. Шкловский, А.Д. Эфрос. Электронные свойства легированных полупроводников. М.: Наука, 1979, 416 с.

4. Н. Мотт, Э. Девис. Электронные процессы в монокристаллических веществах. М.: Мир, 1974, 472 с.

Аннотация

Поскольку тройное соединение $TlGaSe_2$ имеет широкую запрещенную зону и дефектную структуру, в кристалле имеется множество локальных уровней. Поэтому можно сказать, что расположенные на этих уровнях и практически скомпенсированные носители заряда, играют значительную роль в проводимости. Для определения этой

роли исследовалась проводимость при разных частотах и в широком диапазоне температур.

Abstract

Since the $TlGaSe_2$ ternary compound has a wide band gap and a defect structure, there are many local levels in the crystal. Therefore, it can be said that charge carriers located at these levels and practically compensated play a significant role in conductivity. To determine this role, the conductivity was studied at different frequencies and over a wide temperature range.

ГЕНЕРАЦИОННО-РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА В $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$

д.ф.м.н.[1]Гусейнов А.Г., д.ф.м.н.[1]Салманов В.М., д.ф.м.н.[2]Джафаров М.Б., к.ф.м.н.[1]Мамедов Р.М., дис.[1]Байрамова А.И.

[1]Бакинский Государственный Университет,

[2]Гянджинский государственный университет.

e-mail: aguseinov@bsu.edu.az

Ключевые слова: $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$, фотопроводимость, люминесценция, примесь.

$Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ является твердым раствором в квазибинарной системе GaSe –BSe с температурой кристаллизации 980 ºC и обладает структурой с гексагональной сингонией, как и GaSe. Кристаллы селенида галлия принадлежат к слоистым полупроводниковым соединениям типа A^3B^6, у которых вдоль слоев существует сильная ионно-ковалентная связь, тогда как между слоями имеет место слабая связь Ван-дер-Ваальсовского характера. Каждый слой, называемый тетраслоем состоит из четырех монослоев, расположенные в последовательности Se-Ga-Ga-Se и имеет толщину ~ 63 нм. Относительное расположение монослоев в тетраслоях образуют β-, ε-, γ- и δ- модификации кристаллической структуры. В процессе выращивания кристаллов GaSe, в последствии неуправляемых факторов, в твердой фазе образуются фрагменты β-, ε-, γ- и δ- модификаций и многочисленные дислокации, которые придают разным кристаллам разнообразные свойства, особенно выраженные в электрических и фотоэлектрических свойствах. С целью предотвращения неуправляемых факторов и избавления от не желаемых дефектов кристаллической решетки, в кристалл вводят некоторые атомы изотипных примесей, служащие для фиксирования слоев друг относительно друга в процессе формирования твердой фазы и создания более сильной связи между слоями, нежели в чистых кристаллах селенида галлия. Одними из таких примесей являются атомы бора.

Примесь бора в многокомпонентных соединениях ведут себя многообразно [1-2]. При введении примеси бора в количестве 0,5 ат.% в GaSe, существенным образом изменяются фотоэлектрические и люминесцентные свойства селенида галлия [3]. Атомы бора в качестве примеси могут располагаться в разнообразных состояниях в кристаллической структуре матричного кристалла.

Изолированный атом бора имеет неустойчивую конфигурацию валентных электронов s^2p^1. Однако при образовании конденсированного состояния эта конфигурация трансформируется в энергетически более стабильную конфигурацию s^1p^2 за счет одноэлектронного перехода $s^2p^1 \rightarrow s^1p^2$. Для последнего, в свою очередь возможны переходы по схеме $s^1p^2 + s^1p^2 \rightarrow s^1p^3 + s^1p^1$ [4]. Поэтому, примесь бора в

многокомпонентных соединениях ведет себя многообразно. На наш взгляд частичное замещение атомов галлия атомами бора в кристаллической структуре GaSe, может отстранить неуправляемые факторы при формировании кристаллической структуры матричного кристалла и при этом сохранить некоторые особенности оптических и фотоэлектрических свойств кристалла.

При конденсации атомов бора во взаимодействии с атомами селена образуется изотипная структура (BSe_2) с оптимальным расстоянием 1,934 Å между атомами B–Se [5]. В кристаллической структуре селенида галлия расстояние между атомами Ga-Se составляет 2,472 Å. Безусловно, при замещении в кристаллической структуре GaSe атомов галлия примесными атомами бора, возникает более сильная связь с атомами селена, чем связь в Ga-Se. Поэтому, можно ожидать, что в твердом растворе $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ сохраняя востребованные практические характеристики кристалла селенида галлия можно выращивать кристаллы с воспроизводимыми свойствами.

В данной работе исследованы фотоэлектрические, оптические и электрические свойства монокристаллического $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$, синтезированного непосредственным расплавлением шихты, состоящей из отдельных компонент, взятых в стехиометрическом соотношении, в эвакуированной кварцевой ампуле до давления 10^{-5} мм.рт.ст. Кристаллы $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ были выращены методом охлаждения расплава синтезированного вещества при постоянном градиенте температуры в печи со скоростью 4 К/час.

Фотопроводимость (ФП) образца, обеспеченного серебряными контактами с невыпрямляющей характеристикой, измерялась в режиме модуляции интенсивности возбуждающего света с частотой 4,7 КГц. Люминесценция кристалла исследована при возбуждении излучением второй гармоники (532 нм) Nd:YAG лазера с длительностью 10 нс и максимальной мощностью 12 МГц. Кинетика фотопроводимости и фотолюминесценции наблюдалась на запоминающем осциллографе типа LaCroy. Спектры поглощения и фотолюминесценции образцов исследованы с помощью автоматизированного монохроматора с двойной дисперсией М833, с компьютерным управлением и фотодетектором, регистрирующим излучение в диапазоне длин волн 350–2000 нм.

На рис. 1 представлен спектр ФП кристалла $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ при комнатной температуре. Область фоточувствительности охватывает широкий интервал энергии излучения 0,9…3,4 эВ. Длинноволновой край спектра сильно растянут в сторону малой энергии по сравнению с резким краем спектра ФП GaSe. Пик спектра расположен при 1,94 эВ и по характеру он не формирован аннигиляцией экситонами. Релаксация фототока, созданного взаимодействием импульсами лазерного излучения с длительностью 10 нс происходит в течении 20 нс. Кинетика генерации и рекомбинации неравновесных носителей тока в $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$, созданных импульсом лазерного излучения мощностью 10^{25} квант/см^2·с выражена на кинетике ФП, изображенная на рис.2. после прекращения возбуждения неравновесные носители заряда усиленно рекомбинируются со средним временем жизнью, равной 8 нс.

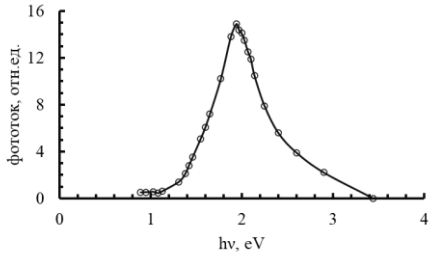


Рис. 1. Спектр ФП кристалла $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ при комнатной температуре

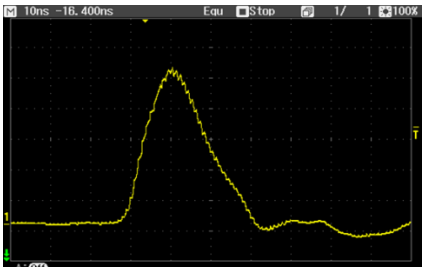


Рис. 2. Кинетика фототока в $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ при возбуждении импульсом лазерного излучения.

Излучательная рекомбинация неравновесных носителей тока выражена на спектрах фотолюминесценции (рис. 3). Межзонная излучательная рекомбинация охватывает довольно широкий интервал энергии 1,94…2,07 эВ. Пологий и слабый пик в интервале длины волны 608…640 нм видимо обусловлен непрямым переходом электронов, а резкий пик в интервале 603…608 нм – прямым межзонным переходом. Кроме этих пиков обнаружен также узкий пик люминесценции, обусловленный переходом с энергией 1,34 эВ. Полуширина полосы данного излучения составляет 2 нм, что свидетельствует о том, что излучательный электронный переход осуществляется из донорного уровня на акцепторный уровень.

Из температурной зависимости электропроводности $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ вычислены энергии активации носителей тока 0,091; 0,228 и 0,48 эВ. С большей вероятностью донорно-акцепторная излучательная рекомбинация неравновесных носителей тока обусловлена переходами электронов, локализованных на донорном уровне с глубиной залегания 0,228 эВ на акцепторный уровень, находящийся на высоте 0,48 эВ от потолка валентной зоны.

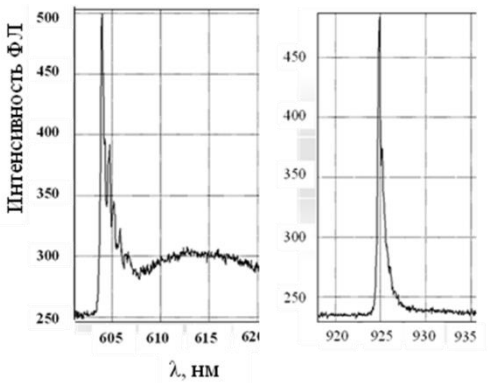


Рис. 3. Спектр фотолюминесценции кристалла $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$.

Литература

1. K.-W. Lee, W. E. Pickett. Phys. Rev. Lett. (2004), 93, vol. 93, Iss. 23, p. 237003-2
2. Mellerup, Soren K.; Wang, Suning. Trends in Chemistry, (2019), 3, 1-13.
3. Guseinov, A. G.; and others. J. Optics and Spectr., (2017). 123(6), p.875–880.
4. Ивановский А.Л. Успехи химии, 1977, 66(6), с.511-536.
5. ConradO., JansenCh., KrebsB. (1998). Angew. Chem. Int. Ed. 1998, 37, p. 3208-3218

Xülasə

$Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ bərk məhlullarında qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların generasiya-rekombinasiya mexanizmi fotoelektrik və lüminessent tədqiqatları ilə öyrənilmişdir. Qeyri-tarazlıqlı elektronların yaşama müddətinin 8 ns olmaqla ifrat sürətli relaksasiyası müəyyən edilmişdir. Fotolümnessensiyada piki 1,34 eV enerjidə yerləşən şüalanma zolağının donor-akseptor rekombinasiyası hesabına olduğu göstərilmişdir.

Abstract

The photoelectric and luminescent properties of the $Ga_{0.95}B_{0.05}Se$ solid solution have been studied in order to elucidate the generation-recombination mechanism of nonequilibrium current carriers. Ultrafast relaxation of nonequilibrium electrons with a lifetime of 8 ns has been found. A band of photoluminescence emission with a peak at 1.34 eV due to donor-acceptor recombination was revealed.

$TlInSe_2$, $TlInTe_2$ və $TlGaTe_2$ BİRLƏŞMƏLƏRİNİN TƏTBIQOLUNMA SAHƏLƏRİ

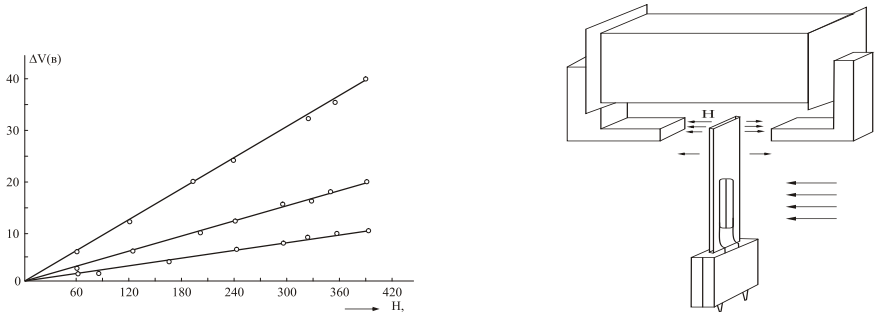
Gülməmmədov K.C. , Xəlilov S.X., Səfərova S.İ
Azərbaycan Texniki Universiteti
kamal.gul.@mail.ru

Açar sözlər: tenzoötürücü, pyezofotorezistiv, fotokeçiriciliklər, pyezofotorezistiv effektlər.

Ключевые слова: тензометрический преобразователь, пьезофоторезистивный, фотопроводимость, пьезофоторезистивный эффект

Key words strain transducer, piezophotoresistive, photoconductivity, piezophotoresistive effects.

Apardığımız tədqiqat işləri göstərmişdir ki, $TlInSe_2$ kimi $TlInTe_2$ və $TlGaTe_2$ kristallarında da aşkar edilmiş tenzo və pyezofotorezistiv effektlərə əsaslanaraq hətta çox zəif maqnit sahə intensivliklərini belə ölçməyə imkan verən maqnit ötürücüləri hazırlamaq mümkündür. Bu qurğunun hazırlanması kristala maqnit sahəsi təsir etdikdə, həmin kristaldan hazırlanmış tenzoötürücüdə meydana çıxan dəyişən pyezosiqnalın qeyd olunmasına əsaslanır. Bu zaman maqnit sahəsinin tezliyi ilə tenzoötürücünün tezliyi bir – birinə uyğun gəlməlidir (şəkil 1, a). Hətta tenzoötürücünün tezliyilə zəif maqnit sahəsinin təsirilə belə tenzoötürücüdə müəyyən amplitudlu məxsusi rəqs həyacanlanır (deformasiya baş verir). Kristalın tenzohəssaslığı yüksək olduğundan, yaranan siqnalın səviyyəsi də yüksək olur.



a) b)

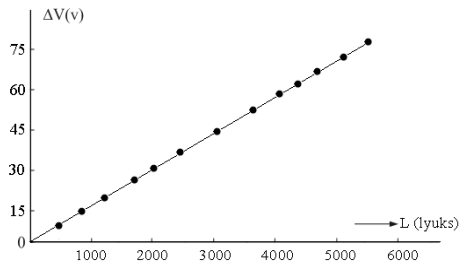
Şəkil 1: ***$TlInSe_2$ əsasında hazırlanan tenzoötürücülərdə dəyişən maqnit sahələrinin dəyişməsi***

Siqnalın ölçülən maqnit sahəsinin intensivliyindən xətti asılı olması (şəkil 1, b) müəyyən edilmişdir. Bu qaydada hazırlanmış tenzoötürücülərin həssaslığını pyezofotorezistorları və tenzoötürücüləri vakuumda yerləşdirilməklə artırmaq olur.

$TlSe$ - tip kristallar, kiçik yük müqaviməti rejimində maqnit rezonatorlarında, sinusoidal deformasiyaya uğradıqlarından onlardan həssas sabit və dəyişən işıq siqnalları qəbulediciləri kimi istifadə etmək mümkündür. $TlSe$ - tip kristallar əsasında pyezofotorezistorların sabit işıq intensivliyinin qeyd olunması zamanı, yük müqavimətindən baş verən dəyişən fotosiqnal, pyezomodulyasiya tezliyinə köklənmiş dar zolaqlı gücləndiriciyə verilir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, bizim araşdırdığımız (0 ÷6500 Lyuks) intervalda, pyezofotorezistiv effektin qiyməti işığın intensivliyindən asılı

olaraq xətti qanunla dəyişir (şəkil 2). Bu asılılıq deformasiyanın $\varepsilon_{01} = 8 \cdot 10^{-5}$ qiymətində $G_L = 12 \dfrac{mV}{Luks}$, $\varepsilon_{02} = 25 \cdot 10^{-5}$ qiymətində isə $G_L = 40 \dfrac{mV}{Luks}$ olur (güclənmə əmsalı $\times 10^3$). Bu pyezofotorezistordan istifadə etməklə işığın modulyasiyasını qeyd etmək olur.

Əgər ν_p tezliyilə sinusoidal deformasiyaya uğramış kristal üzərinə modulyasiya tezliyi ν_f olan dəyişən işığ şüası göndərsəq, bu zaman kristaldan $\Delta V_p(\nu_p t) = \Delta V_{op} 2 \sin \pi \nu_p t$ pyezosiqnalından əlavə, keçiriciliyin pyezomodulyasiyasından, həmin təmiz fotokeçiriciliyin və pyezofotokeçiriciliyin cəmi olan dəyişən $\Delta V_f(\nu_f t) = \Delta V_{of} \sin 2\pi \nu_f t$ siqnalı da daxil olacaqdır.



Şəkil 2: $TlInTe_2$ ***kristalının deformasiyanın 8·10⁻⁵ və tezliyin 85 Hs qiymətində lyuks – voltaj xarakteristikası***

Foto və pyezomodulyasiya tezlikləri (ν_p və ν_f) bir – birnə yaxın olduqda, onların interferensiyası baş verəcək və ekranda döyünmə müşahidə ediləcəkdir .

Bu zaman yekun siqnal

$$\Delta V_{pf} = \Delta V_{opf} \cdot \sin 2\pi \frac{\nu_p + \nu_f}{2} t$$

olacaqdır. Burada

$$\Delta V_{opf} = (\Delta V_{op} + \Delta V_{of}) \cos 2\pi \frac{V_p - V_f}{2} t$$

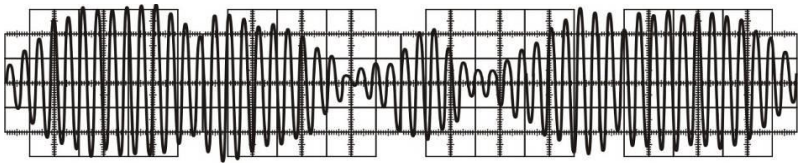
Döyünmə müddətində orta tezliyi $\dfrac{\nu_p + \nu_f}{2}$ olan dəyişən siqnalın cəmi, onun "0"- cı qiymətindən n – dəfə fərqli olacaq

$$n = \frac{\nu_p + \nu_f}{\nu_p - \nu_f}$$

Yəni n - ədədi müvafiq modulyasiyaların həssas göstəricisidir; modulyasiyalardan birinin tezliyinə görə n - ədədinin köməyilə digər modulyasiyanın tezliyi barədə mühakimə yürütmək olar.

$$\nu_p = \frac{n+1}{n-1} \nu_f \ (\nu_p > \nu_f) \quad \text{və ya} \quad \nu_f = \frac{n+1}{n-1} \nu_p \ (\nu_p < \nu_f)$$

Biz sonuncu münasibətləri pyezomodulyasiya tezliyinin ν_p=20,2 Hs qiymətində ν_f- in müxtəlif qiymətləri üçün yoxlamışıq. Nəticələr (şəkil 3) və cədvəl 1- də verilib.



Şəkil 3: $TlInSe_2$ ***kristallarının pyezo və fotokeçiriciliklərinin interferensiyası (1 bölüm=1 V)***

	$V = 20{,}2Hs$			
"n"	**Eksp.** V_f **(Hs)**	**Hesab.** V_f **(Hs)**	**Hesab.** V_f **(Hs)**	Δ **n**
44	21, 1	21, 140	0	0
50	21, 0	21, 025	0, 115	14
64	20, 8	20, 841	0, 298	20
74	20, 7	20, 753	0, 386	30
84	20, 7	20, 68	0, 453	40
94	20, 6	20, 634	0, 505	50

Ədəbiyyat

1. Касимов Ф.Д., Гезалов Б.А., Ветхов В.А., Мехтиев Т.Э. Способ приготовления магниторезисторов. А.с.№1463053, 1988.

2.Годжаев Э.М., Рустамов В.Д, Дадашов М.Т. Пьезоэлектрические свойства соединений $TlInSe_2(Te_2)$. Международная Конференция «FIZIKA-2005»,

3.Годжаев Э.М., Гюльмамедов К.Д., Аллахяров Э.А.,.Дадашов М.Т. Выращивание монокристаллов $TlIn_{1-x}Yb_xSe_2$ $(0 \le x \le 0{,}06)$ и их пьезоэлектрические свойства . Неорганические материалы. 2005, том 41, №11, с.1307-1311.

Резюме

$TlInSe_2$, $TlInTe_2$ **və** $TlGaTe_2$ обнаружены и изучены пьезомодуляционные и пьезофотомодуляционные эффекты проводимости, а исследованные кристаллы являются перспективными тензоматериалами для построения нового типа пьезофоторезистивных, магнитопередающих преобразователей, способных работать на резонансных частотах.

Summary

$TlInSe_2$, $TlInTe_2$ **və** $TlGaTe_2$ the piezomodulation and piezophotomodulation effects of conductivity in the compounds of and have been discovered and studied, and the investigated crystals are promising tensomaterials for the construction of a new type of piezophotoresistive, magnetotransmitting transducers that can work at resonant frequencies.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА $Ge_{1-x}Si_x$

Доц. Зейналов З.М., Доц. Исмаилов Э.Х., Аббасов Р.А.
Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: термообработка, концентрация, термическая конверсия
Key words: heat treatment, concentration, thermal conversion

Малая растворимость широкого ряда глубоких примесных центров при точке плавления полупроводников делают крайне затруднительным получение кристаллов, проводимость которых обусловлена преимущественно атомами этих примесей, введенными в материал в процессе выращивания. Ретроградный характер растворимости таких примесей приводит к тому, что растворимость их при температурах несколько ниже температуры плавления матрицы в ряде случаев на 5а порядка превышает растворимость при *т* плавления. Большая скорость диффузии *Cu, Ag, Au, S, Se, Te, Ni* и Fe и относительно большая растворимость их ниже температуры плавления сплавов сделали целесообразным введение их в диффузионным методом. Однако при этом возникает необходимость изучения влияния термической обработки на электрические свойства кристаллов. Работы в этом, направлении проводились как для Ge и Si, так и их твердых растворов (до 15 ат% Si*) (см,* например [1].

Образцы твердых растворов $Ge_{1-x}Si_x$ п и р - типов проводимости с концентрацией мелких примесных центров порядка $10^{14} \div 10^{15}$ $см^{-3}$ после механической шлифовки и химического травления подвергались термической обработке в кварцевых ампулах в вакууме. Изотермический отжиг проводился при 700 ÷ 950°С в течение времени от 3-х до 500 часов.

Охлаждение образцов после отжига производилось опусканием ампул в проточную воду. После окончания отжига образцы снова шлифовались и подвергались травлению с целью удаления возможных загрязнений поверхности. Влияние термообработки изучалось сравнением я и *а* до и после термообработки. Результаты многочисленных экспериментов показывают на появление дополнительных электроактивных центров акцепторного характера. Концентрация этих центров порядка 10^{14} см $^{-3}$ при температурах отжига 800-950°С и падает с понижением температуры. Возникновение термоиндуцированных акцепторов может быть обусловлено как образованием электроактивных структурных дефектов в процессе высокотемпературного отжига, так и пронихновением чужеродных быстродиффундирующнх атомов в объем кристалла через их поверхности, примере нескольких образцов $Ge_{1-x}Si_x$ р и п-типа проводимости представлены данные, показывающие влияние термообработки на концентрацию свободных носителей и тип проводимости кристаллов. Данные получены измерением *R* при комнатных температурах. Как видно из таблицы, при высоких температурах отжига в образцах отчетливо проявляются термоиндуцированные центры акцепторного характера. В ряде случаев это приводит к изменению типа проводимости образцов с электронного на дырочный.

Термическая конверсия наблюдалась и в чистом германии электронного типа. При этом было установлено, что такая конверсия имеет место в Ge и при более низких температурах отжига, вплоть до 550°С. Причем, конверсия более выражена в высоомных образцах *Ge.* Исследование электрических свойств конверсированных образцов германия показало, что термоакцепторы создают уровни, расположенные на 0.04 эВ выше верхнего края валентной зоны кристалла [2]. Позднее о такой же энергии активации термических акцепторов сообщалось в ряде работ других авторов.

Сравнение энергий активации, коэффициентов диффузии и зависимостей концентрации акцепторов от т отжига, с параметрами различных примесей в германии привело к заключению, что ответственной за термическую конверсию электронного германия в ряде работ является медь, попадающая на поверхность образцов при их обработке.

Авторы работы [3] сообщают, что если подвергать термообработке кристалл германия не вынимая его из установки, в которой он выращивался, то термоакцепторы не возникают и сопротивление образца не изменяется. Термическая конверсия образцов происходит только в том случае, когда перед отжигом образец подвергается промывке .травлению или другим манипуляциям. Термообработку производили на образцах германия, подвергнутых очень тщательной поверхностной очистке и в высоком вакууме ~10^{-7} мм рт.ст. После изотермического отжига при ~800°С концентрация возникших акцепторов составила ~$1\cdot10^{13}$см $^{-3}$, т.е. значительно ниже, чем в других работах. При этом авторы отмечают, что даже в этих условиях воспроизводимость в концентрации акцепторов отсутствует. Этот факт свидетельствует о том, что даже найденную минимальную концентрацию не следует относить к дефектам и она скорее относится *к* поверхностным примесям, диффундирующим в объем в процессе отжига.

Вышеуказанные литературные данные гюзволяют предполагать, что причиной появления термоакцепторов в сплавах $Ge_{1-x}Si_x$ является примесь меди, диффундирующая с поверхности кристалла в процессе изотермического отжига. Подтверждением этого предположения является совпадение энергий активации термоакцепторов в кристаллах $Ge_{1-x}Si_x$ с различным составом с энергией связи первого акцепторного состояния меди в соответствующих составах материала. Применение различных способов для более глубокой очистки поверхности образцов $Ge_{1-x}Si_x$ и ампул, в которых производился отжиг привело к тому, что концентрация термических акцепторов оставалась постоянной в пределах ~30%. Это позволяет считать, что основное количество примеси меди диффундирует в образцы, не вследствие загрязнения их поверхности, а в результате дрейфа из объема кварца в кристалл, через поверхности соприкосновения. К такому же результату пришли и в [4] изучая зависимость концентрации термоакцепторов в сплавах $Ge_{1-x}Si_x$ от времени отжига.

Для предотвращения попадания неконтролируемых быстродиффундирующих примесей в образцы $Ge_{1-x}Si_x$ из объема кварца при отжиге, последние помещались в контейнер цилиндрической формы из спектрально чистого графита, который затем размещался в кварцевой ампуле. Как показали результаты многочисленных опытов в этом направлении электрические свойства кристаллов после термообработки в этих условиях практически остаются неизменными. Учитывая это обстоятельство легирование образцов исследуемыми быстродиффундирующьши примесями производили именно в этих условиях.

Литература

1. В.И. Тагиров Полупроводниковые твердые растворы германий- кремний Баку, Изд. Элм с. 1983-208
2. Г. Х. Аждаров Энергетический спектр основных примесных состояний и гальваномагнитные свойства легированных кристаллов твердых растворов германий – кремный и соединений A_3B_5 Дис. Док.физ. мат. Наук. Баку 1980-с 347
3. W. Sorbo, W.G. Dunlap Resistivity of Heat – Treated Germanium between 11K and 298K- Phys. Rev.,1951, v.83, n 4, p.879-889
4. K.Seiler, D.Geist, R.Keller, K. Blank Gibt es lei Germanium eine thermische Fehlordnung – Naturwiss enscheftch 1953, v.40, n.2,p.56-58

Summary

The obtained data suggest that the reason for the appearance of thermal acceptors in $Ge_{1-x}Si_x$ alloys is the copper impurity diffusing from the crystal surface during isothermal annealing. This assumption is confirmed by the coincidence of the activation energies of thermal acceptors in $Ge_{1-x}Si_x$ crystals with different compositions with the binding energy of the first acceptor state of copper in the corresponding material compositions. The use of various methods for deeper cleaning of the surface of $Ge_{1-x}Si_x$ samples and ampoules in which annealing was performed led

to the fact that the concentration of thermal acceptors remained constant within ~30%. This allows us to consider that the main amount of copper impurity diffuses into the samples, not due to contamination of their surface, but as a result of drift from the volume of quartz into the crystal, through the contact surfaces.

$TLIn_{1-x}Dy_x Se_2$ KRİSTALININ TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ LANTANOİDLƏRİN TƏSİRİ

Verdiyeva N.Ə.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: kristallik dedektor, zəncirvari birləşmələr,seqnoelektrik yarımkeçirici, akustik fonon, monokristal.

Key words: crystal clearance, chain compounds, segno electric semiconductor, acoustic phonon, mono crystalline

Mikroelektronikanın, nüvə energetikasının və nüvə texnikasının sürətli inkişafı yarımkeçiricilər fizikasının qarşısında yeni problemlər qoyur. Həmin problemlərdən biri, və yüksək sıxlıüa malik, ionlaşdırıcı şüalara həssaslığa və temperatur dözümlüyünə malik bircinsli mükəmməl yarımkeçirici birləşmələrin alınmasıdır. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri göstərir ki, belə materialların alınma texnologiyasının yaradılması onların fiziki parametrlərinin məqsədyönlü idarə edilməsinə imkan verir və bununla da geniş praktiki tədbiq imkanları yaradır.

Son illər dar zolaqlı bəsit maddələrlə yanaşı, geniş qadağan olunmuş zonaya malik $A^{Ş}V^{V}$ və $A^{P}V^{VI}$ tipli birləşmələr əsasında yaradılan müxtəlif strukturlar intensiv tədqiq edilsə də, müəyyən radiasiya şəraitlərdə (udulan dozanin 20-100 kQr qiymətlərində) onların fiziki parametrlərinin dayanıqsızlığı kristallik detektorlarda hesablama xarakteristikalarinin deqradasiyasına, kristallik spektrometrlərdə isə energetik ayırdetmə xüsusiyyətinin pisləşməsinə, qaranlıq cərəyanının artmasına və fotomaksimumun aşağı enerjilərə sürüşməsinə səbəb olur. Bütün bu deyilənlər yeni quruluşlu və radiasiya davamlı materialların alınmasını aktual edir. Bu cəhətdən spesifik şəraitlərdə radiasiyaya davamlı materialların alınması, fiziki xassələrinin öyrənilməsi və onlar əsasında stabil xarakteristikalara malik cihazların hazırlanması istiqamətində aparılan tədqiqat işləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Hazırda tədqiqatçıların geniş tədqiqat obyektinə çevrilmiş materiallardan biri də laylı və zəncirvarı quruluşa malik $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ tipli yarımkeçirici birləşmələridir. Bu birləşmələrdə kimyəvi əlaqələrin xüsusiyyətləri və elektron xassələri cüt olmayan valent elektronları sayəsində yaranır. Valent elektronları tam olmayan $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ tipli birləşmələr laylı və zəncirvarı quruluşlu qəfəsdə kristallaşırlar. Bu sinfə daxil olan yarımkeçirici birləşmələr çox maraqlı fiziki xassələrə, o cümlədən seqnetoelektrik -yarımkeçirici, ölçüsüz fazalara, yaddaş və çevrilmə və s. effektlərə malikdirlər. Bu materialların defektli quruluşa malik olmasına baxmayaraq, onların ultrabənövşəyi, görünən, infraqirmızi, rentgen və γ-şüalarına qarşı özünəməxsus yüksək həssaslığa malik olması səbəbindən onların tədqiqinə maraq durmadan artır.

$A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ tip birləşmələr sinfinə daxil olan, fundamental xüsusiyyətlərə malik və praktiki cəhətdən xüsusi maraq doğuran birləşmələrdən biri də $TlInSe_2$-dir. $TlInSe_2$ birləşmələrinin dielektrik, optik və fotoelektrik xassələrinin tədqiqinə aid elmi ədəbiyyatda geniş məlumat mövcuddur. Müəyyən edilmişdir ki, $TlInSe_2$ birləşməsində "C" oxuna nəzərən müxtəlif istiqamətlərdə defektlərin paylanma konsentrasiyasının (10^{16}-10^{17} sm^{-3}) müxtəlifliyi,

$TlInSe_2$ kristallarında kimyəvi və fiziki xassələrin anizotropluğuna səbəb olur. Həmin işlərdə defektlərin təbiəti və onların elektrik, optik və fotoelektrik xassələrinə təsiri tam aydınlaşdırılmamışdır. Qeyd olunan mexanizmlərin verilməsi üçün nizamlı quruluşa malik monokristalların alınması və müxtəlif xarici şəraitlərdə onların fiziki xassələrinin öyrənilməsi vacibdir.

Tədqiqat obyekti olaraq Bricmen-Stokbarger üsulu ilə alınmış $TlInSe_2$ monokristallarını xüsusi temperatur (600-700° C) rejimində dəmləməklə alınmış monokristallar götürülmüşdür. $TlInSe_2$ monokristallardan γ -şüalarına davamlı diod tipli fotoqəbuledicilərin, yaddaş elementlərinin və çeviricilərin hazırlanmasında istifadə oluna bilər.

$TlInSe_2$ monokristallarında həcmi yüklə məhdudlanmış cərəyan, yaddaş və çeviricilik effektləri, məxsusi fotocərəyanın termik və optik sönmə effektləri kristalların qadaüan olunmuş zonasında mövcud olan müxtəlif tipli t-tutma və r- və s-rekombinasiya mərkəzlərinin mərhələli dolub-boşalması ilə bağlıdır; $TlInSe_2$ monokristallarının qadağan olunmuş zonasında yerləşən akseptor tipli tutma mərkəzinin mövcud olması qaranlıq cərəyanın 320-370 K temperatur intervalında termik sönməsinə şərait yaradır və terrmik sönmə dərinliyi şüalanma dozasından asılı olaraq eksponensial qanunla azalır;

$TlInSe_2$ monokristalları Bricmen-Stokbarger üsulu ilə xüsusi temperatur (T_1=780°C, T_2=600°C) rejimində istiqamətlənmiş kristallaşdırma üsulu ilə alınmışdır. Yetişdirilmiş kristalların monokristallığı, quruluşu və kimyəvi tərkibi rentgen-quruluş analizi metodu ilə yoxlanılmışdır. Monokristallar tetraqonal quruluşa malik olmaqla və qəfəs parametrləri aşağıdakı qiymətlərə bərabər olmuşdur: a=8,061Å, s=6,822Å. Kristalların keçiricilik tipi termo-e.h.q.–nin işarəsinə görə müəyyən edilmiş və p-tip keçiriciliyə malik olması aşkar olunmuşdur. Elektrik keçiriciliyi və Xoll effekti əsasında sərbəst yükdaşıyıcıların konsentrasiyası ($2\cdot10^{11}$ sm^{-3}), xüsusi müqaviməti (10^5-10^7 Om·sm) təyin edilmişdir. Kristalların səthi hamar-güzgü kimi olduğundan əlavə mexaniki və kimyəvi cilalanmaya ehtiyac olmamışdır. İlkin nümunələrin elektrik və fotoelektrik xassələrini tədqiq etmək üçün keçirici elektrik kontaktları olaraq indiumdan və gümüş pastasından istifadə edilmişdir. Tədqiqat məqsədilə istifadə olunan nümunələrin ölçüləri 0,2x2x8 mm^3 olmuşdur. Ölçmələr xüsusi metal kreostatın köməyi ilə 80-400 K temperatur intervalında aparılmışdır.

Bərk cismin fiziki xassələrinin öyrənilməsində termoelektrik hərəkət qüvvəsi (termoe.h.q.) və onun temperatur asılılığının öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Termoe.h.q. mürəkkəb kinetik parametrdir və hətta maddədəki yükdaşıyıcılar eyni tipli olduqda belə termoe.h.q. çoxlu parametrlərdən asılı olur. Amma müxtəlif köçürmə mexanizmlərində termoe.h.q.-nin yükdaşıyıcıların konsentrasiyasından asılılığı eyni xarakterlidir. Bir tip yükdaşıyıcılar halında termo e.h.q. aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur

$$\alpha = \frac{k}{e}(A - \ln n),$$

burada α-termoe.h.q., A – sabit, n – yükdaşıyıcıların konsentrasiyasıdır. Ona görə də termoe.h.q.-nin temperatur asılılığının öyrənilməsi yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının temperatur asılılığı haqqında fikir söyləməyə imkan verir.

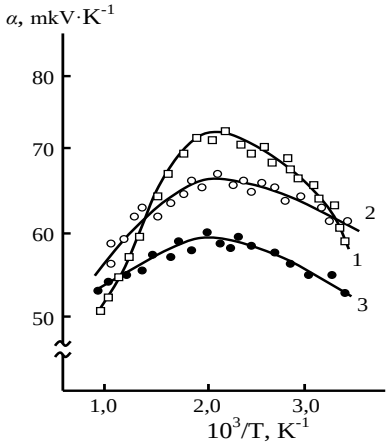
Zona nəzəriyyəsinə görə, sabit potensiallı parabolik zona halında termoe.h.q. yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və onların səpilmə mexanizminin funksiyasıdır. Bir növ yükdaşıyıcıları olan cırlaşmamış elektron qazı üçün α-kəmiyyəti sadələşir və aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\alpha = \frac{k}{e}\left(A + \frac{\Delta\varepsilon}{2kT}\right). \qquad (1)$$

Burada $\Delta\varepsilon$-yükdaşıyıcının aktivləşmə enerjisidir. (1) ifadəsindən görünür ki, termoe.h.q.-nin temperatur asılılığının xarakteri yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının temperatur asılılığı ilə təyin olunur. Yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının eksponensial qanunla artması zamanı temperaturun yüksəlməsi ilə termoe.h.q.-si azalmalıdır. Əgər A -

kəmiyyətinin zəif temperatur asılılığını nəzərə almasaq, onda α-kəmiyyətinin 1/T-dən asılılığının meyl bucağının tangensi yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisinə $(\Delta\varepsilon)$ bərabər olar. Təcrübə göstərir ki, birləşmələri üçün alınan $\alpha = f(1/T)$ asılılığı xəttidir. Bu nəticələr temperaturun yüksəlməsi ilə konsentrasiyanın yüksəldiyini, başqa sözlə, tədqiq olunan maddələrin yarımkeçirici təbiətli olduğunu subut edir. $\alpha = f(1/T)$ asılılığından təyin olunan aktivləşmə enerjisi, elektrikkeçiricilikdən təyin olunan aktivləşmə enerjisindən bir qədər çoxdur. Alınan nəticələr tədqiq olunan materiallarda keçiricilikdə həm elektron, həm də deşiklərin iştirak etməsini sübut edir və bu yüklər termoe.h.q.-də öz əlavəsini verir. Elektron və deşiklər əks işarəli olduğundan onlar α-kəmiyyətinin temperatur asılılığına da kəskin təsir edir. monokristallarınınının termoe.h.q.-nin tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki $\alpha(T)$ asılılıqlarının xarakteri praktiki olaraq eynidir (şəkil 1).

Xüsusi halda elektron qazının cırlaşmadığı hal üçün yuxarı temperaturlarda yürüklüyün temperatur asılılığı etibarlı nəticələr verir. Yuxarıda göstərildiyi kimi tədqiq olunan materiallarda yükdaşıyıcıların yürüklüklərinin temperatur asılılığında: $\mu \sim T^{-r}$, dərəcə üstü r≈3/2 kimi qiymət alır ki, bu da onların akustik fononlardan səpilməsinə uyğundur. Bunları nəzərə alaraq müvafiq düsturlarla kimyəvi potensial η^* və konsentrasiyasının *n* qiymətlərini hesablayaraq, effektiv kütləni təyin etmək olar.



Şəkil 1. $TLIn_{1-x}Dy_x Se_2$ monokristalı üçün termoelektrik hərəkət qüvvəsinin temperatur asılılığı

Ədəbiyyat

1. Zərbəliyev M.M. Yarımkeçiricilərin elektrofiziki parametrlərinin ölçülmə üsulları, Sumqayıt, SDU nəşriyyatı, 2004, 117 s.
2. Алексеев И.В. Гетеропереход на полупроводниках с цепочечной структурой TlSe-$TlInSe_2$ // ФТП, 1998, т.32, №6, с. 590-599

Summary

The width of the zone for which the temperature dependence of the conductivity is prohibited at the high temperature range is determined the width of the strip that is prohibited in accordance with the specific conductivity zone of the sample decreases with increasing atoms and the hole concentration is increasing

НОВЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

д.ф.м.н.Салманов В.М., д.ф.м.н.Гусейнов А.Г., д.ф.м.н.Салманова А.А., к.ф.м.н.Мамедов Р.М., к.ф.м.н.Ахмедова Ф.Ш., Мустафаева Д.Ш., Ализаде С.С.
Бакинский Государственный Университет,
e-mail: vagif_salmanov@ yahoo.com

Ключевые слова: $GaSe_{1-x}S_x$, Nd:YAG-лазер, поглощение, фотолюминесценция.

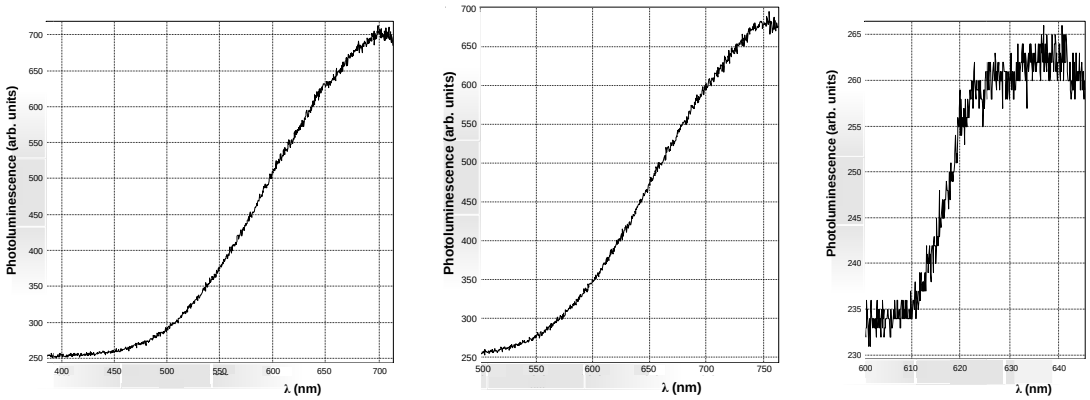
При изготовлении оптоэлектронных приборов на основе полупроводниковых слоев с переменной величиной запрещенной зоны E_g, весьма существенным является знание таких характеристик, как состав и соответственно величина E_g, толщина слоев, концентрация глубоких и мелких примесей, определяющих характер рекомбинационных процессов и, следовательно, эффективность реализуемых структур. Применительно к таким структурам для определения состава или величины E_g отдельных слоев, наиболее распространенными в настоящее время методами являются рентгеноспектральный микроанализ, позволяющий производить наиболее локальные измерения состава, а также методы, основанные на регистрации фотолюминесценции слоев структуры с использованием послойного стравливания, изготовления косого шлифа или скола структуры с последующим однофотонным возбуждением фотолюминесценции [1], энергетическое положение которой связывают с величиной E_g. Перечисленные методы обладают существенными недостатками, заключающимися в нарушении целостности образцов, требовании их тщательной подготовки и значительных затрат времени на проведение измерений.

В настоящей работе описывается новый метод исследования полупроводниковых многослойных эпитаксиальных структур, основанный на анализа спектров оптического поглощения и фотолюминесценции при двух и трехфотонном возбуждении лазерном излучением. Если исследуемую многослойную структуру возбудить светом достаточно большой интенсивности с энергией кванта $\hbar\omega$, такой, что выполняется условие $E_g^{max}/2 \le \hbar\omega < E_g^{min}$, где E_g^{min} и E_g^{max} - соответственно минимальное и максимальное значения ширины запрещенной зоны в образце, то в этом случае должно иметь место двухфотонное и трехфотонное поглощение падающего света, причем в силу малости коэффициента поглощения осуществляется практически равномерное возбуждение исследуемой структуры. В случае, когда послойное изменение состава резкое и соответствует изменению E_g на величину, большую, чем ширина линии излучения, в спектрах двухфотонного и трехфотонного поглощения и фотолюминесценции должны наблюдаться полностью разрешенные линии с энергией в максимуме, соответствующей E_g слоя. Число этих линий, естественно, должно равняться количеству слоев в структуре. Слоистые полупроводниковых структуры $GaSe_{1-x}S_x$ являются удобными объектами для проведения такого сорта исследований. Ширина запрещенной зоны $GaSe_{1-x}S_x$ в зависимости от состава (x=0÷0,20) меняются в интервале ~(2.53÷2.02 эВ). Сульфид галлия (GaS) имеет ширину непрямой запрещенной зоны E_g=2.53 эВ при T=300 K [2], поэтому излучение 1-ой гармоники Nd:YAG-лазера (ħω=1.17 эВ) должен приводить к трехфотонному поглощению. В отличие от GaS, кристаллы GaSe являются прямозонными полупроводниками с шириной запрещенной зоны ~ E_g=2.02 эВ, возбуждение 1-ой гармоникой неодимового лазера может привести к двухквантовому поглощению.

Исследованные нами кристаллы $GaSe_{1-x}S_x$ были получены методом Бриджмена. Так как эти кристаллы имеют слоистую структуру, то удалось получить очень тонкие

монокристаллические пластинки путем отщепления их от массивных образцов. При этом сразу получались зеркальные оптические поверхности, не требующие специальной полировки. Многослойная структура была создана методом посадки на оптический контакт [3]. При изготовлении многослойной структуры были использованы кристаллы $GaSe_{1-x}S_x$ с толщинами 50÷100 мкм, простым расщеплением массивного образца. Затем свежесколотые поверхности были прижаты друг - другу и они держались несколько часов под давлением. Поверхности контактирующих образцов сцеплялись из-за внутримолекулярных сил, возникающих между ними. Самым низким слоем являлся GaSe (E_g=2.02 эВ), а остальные слои распологались с возрастающей величиной E_g. В качестве источника излучения использовался импульсный Nd:YAG-лазер со встроенными генераторами 2-й и 3-й гармоник, предназначенный для генерации излучения с длиной волны 1064, 532 и 335 нм. Длительность импульсов ~12 нс, частота повторения 10 Гц. Мощность импульса составляла 12 МВт/см^2. Интенсивность излучения изменялась при помощи калиброванных нейтральных световых фильтров. Спектры оптического поглощения и люминесценции кристаллов $GaSe_{1-x}S_x$ исследовались с использованием автоматического монохроматора М833 с двойной дисперсией, с компьютерным управлением и детектором, регистрирующим излучение в диапазоне длин волн 350-2000 нм.

На рисунке 1,а,б,с представлены спектры пропускания отдельных образцов GaS, GaSe и твердых растворов $GaSe_{0,8}S_{0,2}$ под действием излучение 1-ой гармоникой Nd:YAG-лазера ($\hbar\omega = 1{,}17$ эВ).

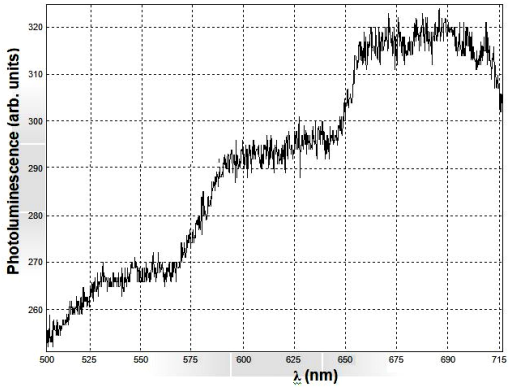


а б с

Рис.1.

Как видно из рисунка, край полосы поглощения исследованных образцов соответствуют значению длин волн 614 нм (2,02 эВ), 570 нм (2,18 эВ) и 490 нм (2,53 эВ). Эти величины удовлетворительно согласуются с ширинами запрещенных зон указанных материалов. На рис.2 представлены спектры многослойной структуры, состоящихся из GaS, $GaSe_{0,8}S_{0,2}$ и GaSe, возбуждаемый 1-ой гармоникой Nd:YAG-лазера. Как видно из рисунка, число линий в спектрах пропускания совпадает с количеством слоев в структуре. Предложенный нами метод, наряду с оптическим поглощением позволяет также исследовать фотолюминесценцию многослойной полупроводниковой структуры. Экспериментально исследования фотолюминесценцию позволяет сравнительно просто в целом ряде случаев определить величину E_g отдельных слоев, их толщину, а также степень легирования мелкими и глубокими примесями. На рис.3 представлены спектры фотолюминесценции многослойной структуры, состоящихся из трех слоев GaS, $GaSe_{0,8}S_{0,2}$ и GaSe. Сравнение спектров поглощения со спектрами люминесценции многослойной структуры позволяет предположить, что рекомбинационное излучение, обнаруженное в многослойной

структуре обусловлены краевыми излучениями зона-зона.



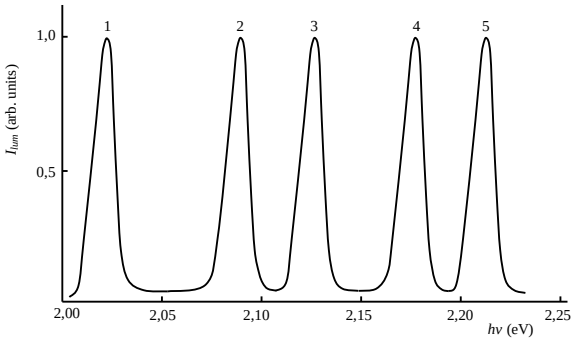


Рис. 2. **Рис. 3.**

Как видно из рисунка 3, интенсивности излучательной рекомбинации практически одинаковы во всем объеме многослойной структуры, что позволяет предположить, что интенсивность линий в спектрах люминесценции пропорциональна толщине слоя. В этом случае по соотношению интенсивностей линий в спектре люминесценции можно судить об относительных толщинах слоев в структуре, а зная ее общую толщину, определить абсолютные значения толщин слоев. По нашему определению общая толщина слоев оказалось равной ~500 мкм, что позволяет утверждать, что толщина каждого слоя в многослойной структуре равна ~100 мкм.

Литература

1. Т.Б.Попова,Л.А.Бакалейников, Е.Ю.Флегонтова, А.А.Шахтин, М.В.Заморянская. ФТП, 20011, т.45, в. 2, с. 263-267.
2. I.Guler, M. Isik, F. Ahmedova, A, Guseinovm N. Gasanly. Luminescence. B (2018) 1-5.
3. С.И.Драпак, В.Б.Орлецкий, З.Д.Ковалюк. ФТП 2004, т.38, вып. 5, с.566-569.

Abstract

A new method for studying semiconductor multilayer epitaxial structures used in the manufacture of optoelectronic devices, based on the analysis of absorption and photoluminescence spectra under two and three-photon excitation by laser radiation, is described. This method makes it relatively easy in a number of cases to determine the value of Eg of individual layers, their thickness, and the degree of doping with fine and deep impurities.

Xülasə

Optoelektron cihazların hazırlanmasında istifadə olunan çoxlaylı epitaksial yarımkeçirici strukturların tədqiq olunması üçün lazer şüalarının təsiri ilə ikifotonlu və üçfotonlu optik udma və fotolüminessensiya spektrlərinin analizinə əsaslanan yeni üsul təklif olunur. Bu üsul hər bir layın quruluşunu, qadağan olunmuş zolağının enini və qalınlığını təyin etməyə imkan verir.

$AgSbSe_2$ VƏ $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) BƏRK MƏHLULLARININ TERMOELEKTRİK EFFEKTİVLİYİ

f.ü.f.d. Səddinova A. A., f.ü.f.d. Səlimzadə R. İ.
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnstitutu

Açar sözlər: termoelektrik material, elektrikkeçirmə, istilikkeçirmə, termoe.h.q., termoelektrik effektivliyi

Ключевые слова: термоэлектрический материал, электропроводность, теплопроводность, термоэдс, термоэлектрическая эффективность

Key words: thermoelectric material, electrical conductivity, thermal conductivity, thermal power, thermoelectric figure of merit

Giriş. Müasir texnikanın və texnologiyaların inkişafı daha səmərəli elektrik enerjisi mənbələrinin hazırlanmasını və təkmilləşdirilməsini tələb edir. Bu baxımdan, termoelektrik materiallar istiliyin birbaşa elektrik enerjisinə və əksinə çevrilməsini yerinə yetirən alternativ enerji mənbələri üçün mühüm rol oynayırlar. Bu sahədə əsas məsələ yüksək termoelektrik effektivliyinə malik olan yeni termoelektrik materialların alınması və onların tədqiq edilməsidir. Termoelektrik materialların effektivliyi aşağıdaki ifadə ilə təyin olunur:

$$Z = \frac{S^2\sigma}{k}$$

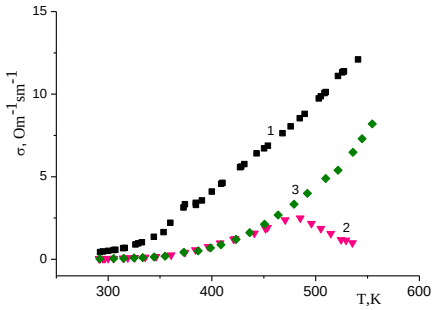
Burada, S-termoelektrik hərəkət qüvvəsi, σ- elektrik keçiriciliyi, k- ümumi istilikkeçirmədir [1]. Göründüyü kimi, Z-i artırmaq üçün böyük termoe.h.q-nə, elektrikkeçirməyə və kiçik istilikkeçirməyə, ya da hər iki faktora malik materiallar almaq lazımdır.

Təcrübi nəticələr və onların analizi. Tədqiq olunan işdə $AgSbSe_2$-nin termoelektrik xassələrinə PbTe əlavəsinin təsirini öyrənmək məqsədilə, $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlulları sintez olunmuş və 300-550K temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan tərkiblər təmizliyi 99,99% olan və stexiometrik nisbətdə götürülmüş ilkin komponentlərin (Ag, Sb, Se, Te, Pb) birbaşa əridilməsi metodu ilə alınmışdır.

Alınmış nümunələrin rentgen quruluş analizi aparılmış, nəticələr nümunələrin monofazalı və fəza qrupu Fm3m olan NaCl tip səthə mərkəzləşmiş kubik quruluşa malik olduğunu göstərmişdir [2].

Tədqiq olunan tərkiblərin termoelektrik xassələri 300-550K temperatur intervalında, sabit cərəyanda, dördzondlu potensiometrik metodla tədqiq edilmişdir.

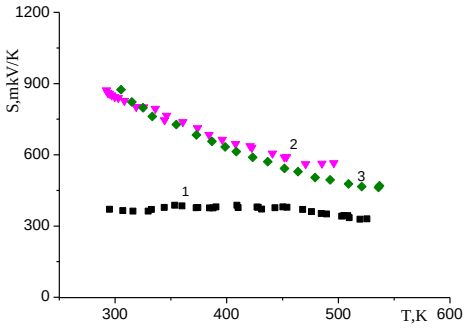
Şəkil 1-də $AgSbSe_2$-də və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarında 300-550K temperatur intervalında elektrikkeçirmənin temperatur asılılıqları göstərilmişdir.



Şəkil 1. $AgSbSe_2$ (1), $(AgSbSe_2)_{0,85}(PbTe)_{0,15}$ (2) və $(AgSbSe_2)_{0,825}(PbTe)_{0,175}$ (3) bərk məhlullarında elektrikkeçirmənin temperatur asılılıqları

Şəkildən göründüyü kimi, $AgSbSe_2$ və $(AgSbSe_2)_{0,825}(PbTe)_{0,175}$-də elektrikkeçirmə temperaturdan asılı olaraq artır. $(AgSbSe_2)_{0,85}(PbTe)_{0,15}$-də isə elektrikkeçirmə T=485K-ə kimi artır daha sonra azalmağa başlayır. Eyni zamanda, $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarında elektrikkeçirmənin qiyməti $AgSbSe_2$ ilə müqayisədə azalır.

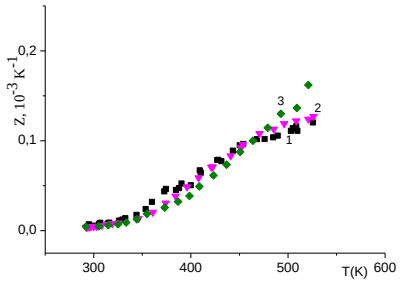
Termoelektrik effektivliyini təyin etmək üçün lazım olan digər əsas kəmiyyətlərdən biri də termoe.h.q-dir. Bu məqsədlə, $AgSbSe_2$ və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarının termoe.h.q. 300-550K temperatur intervalında tədqiq olunmuş və S(T) asılılıqları şəkil 2-də müqayisəli şəkildə göstərilmişdir.



Şəkil.2. $AgSbSe_2$ (1), $(AgSbSe_2)_{0,85}(PbTe)_{0,15}$ (2) və $(AgSbSe_2)_{0,825}(PbTe)_{0,175}$ (3) bərk məhlullarında termoe.h.q-nin temperatur asılılıqları

Şəkildən göründüyü kimi, $AgSbSe_2$-nin və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarının termoe.h.q. temperatur artdıqca yavaş-yavaş azalır. Eyni zamanda, $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarında termoe.h.q-nin qiyməti $AgSbSe_2$ ilə müqayisədə artır.

$AgSbSe_2$-nin istilikkeçirməsi bir sıra işlərdə [2, 3, 4] tədqiq edilmiş və bu birləşmənin çox kiçik istilikkeçirməyə malik olduğu qeyd olunmuşdur. Məlumdur ki, $AgSbSe_2$ birləşməsi Ag və Sb ionlarının nizamsız paylandığı NaCl tipli kubik quruluşa malikdir [2]. Kimyəvi cəhətdən müxtəlif olan bu atomlar eyni kristalloqrafik vəziyyətlərdə yerləşmələrinə baxmayaraq, valent elektronların konfiqurasiyalarına görə fərqlənirlər. Bu kristal qəfəsin təhrif olunmasına səbəb olur. Nəticədə kristal qəfəsdəki Ag/Sb nizamsızlığı istilikkeçirmənin qiymətinin çox kiçik olmasına gətirib çıxarır.



Şəkil.3. $AgSbSe_2$ (1), $(AgSbSe_2)_{0,85}(PbTe)_{0,15}$ (2) və $(AgSbSe_2)_{0,825}(PbTe)_{0,175}$ (3) bərk məhlullarında termoelektrik effektivliyinin temperatur asılılıqları

Termoe.h.q-nin, elektrikkeçirmənin və istilikkeçirmənin təcrübədən alınmış qiymətlərinə əsasən, $AgSbSe_2$ və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarının müxtəlif temperaturlarda termoelektrik effektivlikləri hesablanmışdır. Alınmış temperatur

asılılılıqları şəkil 3-də göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, hər üç tərkibdə *Z* temperaturdan asılı olaraq artır.

Alınmış nəticələrdən görünür ki, $AgSbSe_2$ birləşməsi PbTe ilə aşqarlandığı zaman tərkibdə PbTe artdıqca *Z*-in qiyməti artır. Termoelektrik xassələrin yaxşılaşmasına PbTe ilə aşqarlanma nəticəsində konsentrasiyanın artması səbəb olur.

Nəticə. $AgSbSe_2$-də və $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) bərk məhlullarında termoelektrik effektivliyi temperaturdan və tərkibdən asılı olaraq artır. Termoelektrik effektivliyi üçün maksimum qiymət T=520K temperaturda $(AgSbSe_2)_{0,825}(PbTe)_{0,175}$ bərk məhlulunda alınır.

Ədəbiyyat

1. Snyder G.J., Toberer E.S. Complex thermoelectric materials // Nat. Mater.- 2008, 7, 105
2. Рагимов С.С., Саддинова А.А., Алиева А.И. Механизм электропроводности и теплопроводности в $AgSbSe_2$ // Изв.Вуз. Физика-2019, т.62, №6 (738), с.139-143
3. Guin S.N., Chatterjee A., Sing N.D., Datta R. and Biswas K. High thermoelectric performance in tellurium free p-type $AgSbSe_2$ // Energy Environ. Sci.- 2013, 6, p. 2603-2608
4. Nielsen M. D., Ozolins V. and Heremans J.P. Lone pair electrons minimize lattice thermal conductivity // Energy and Environmental Sci.- 2013, 6, p. 570-578

Резюме

Проведено исследование термоэлектрических свойств $AgSbSe_2$ и твердых растворов $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) в интервале температур 300-550К. Для каждого состава рассчитана термоэлектрическая эффективность. Показано, что введение PbTe в $AgSbSe_2$ приводит к увеличению значении термоэлектрической эффективности.

Summary

The thermoelectric properties of $AgSbSe_2$ and solid solutions $(AgSbSe_2)_x(PbTe)_{1-x}$ (x=0,85; 0,825) were investigated at temperature range of 300-550K. The thermoelectric efficiency was calculated for each sample. It was shown that the introduction of PbTe into $AgSbSe_2$ leads to increase the value of thermoelectric figure of merit.

Yb İLƏ AŞQARLANMIŞ GaS MONOKRİSTALLARININ FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ γ- KVANTLARLA ŞÜALANDIRILMANIN TƏSİRİ.

f.-r.e.d.,prof. Mədətov R.S. [1,2], f.-r.e.n.,dos. Tağıyev T.B.[1], Xalıqzadə A.Ş.[1]

[1]Azərbaycan Respublikasi Elm və Təhsil Nazirliyi Radiasiya Problemləri İnstitutu,

[2]Milli Aviasiya Akademiyasi, Bakı şəhəri

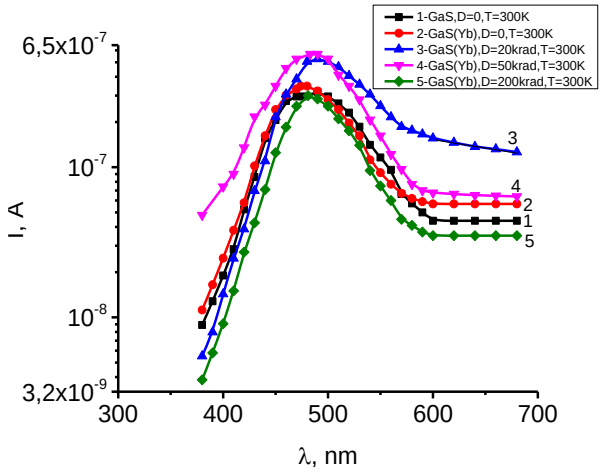
Açar sözləri: fotokeçiricilik, aşqar, spektral, fotohəssaslıq, akseptor, donor.

Keywords: photoconductivity, impurity, spectral, photosensitivity, acceptor, donor.

$A^{III}B^{VI}$ qrup birləşməli yarımkeçiricilər tipik laylı yarımkeçiricidir və geniş qadağan olunm.uş zonaya malik olan optik yarımkeçiricilər kimi diqqəti cəlb etmişdir. Bu qrupa daxil olan GaS laylı monokristalı, görünən və yaxın ultrabənövşəyi oblastlarda işləyən optoelektronik cihazların hazırlanmasında perspektivli material hesab edildiyinə görə tədqiqatçıların diqqətini çəkmişdir [1]. GaS monokristalı heksogonal quruluşa malik olub, qəfəs parametrləri a = 0.359 nm, c = 1.549 nm [2,3,4], atomlar isə S-Ga-Ga-S düzülüşünə malikdir. Hər bir Ga atomu bir Ga və üç S atomu ilə əlaqədədir. Bu tip yarımkeçiricidə layın daxilində atomlararası rabitə həm güclü ion, həm də kovalent rabitə, laylararası rabitə isə zəif

Van-der-Vaals rabitəsidir [5]. GaS monokristalı geniş qadağan olunmuş zonaya malik laylı yarımkeçiricidir və otaq temperaturunda qadağan olunmuş zonanın eni 2,5 eV-dir [6]. Laylı GaS monokristalı güclü anizotrop xüsusiyyətlərə malikdir, çünki onların elektrofiziki xassələri c oxuna nəzərən müxtəlif qiymətlərə malikdirlər [7]. GaS laylı monokristalı optoelektron cihazlarında, elektrik sensorlarında və qeyri-xətti optik tətbiqlərdə istifadə üçün bir sıra faydalı xüsusiyyətlərə malikdir[8]. GaS<Yb>0.1at% və GaS monokristalları Brijmen metodu ilə alınmış p-tip keçiriciliyə malik olub, otaq temperaturunda müqaviməti 10^9 Om tərtibindədir. Tədqiq olunan nümunələrin fotoelektrik xassələri SF-4 monoxromatoru, B7-30 universal elektrometrik gücləndiricisi, F136-nanomikroampermetri, B7-21 voltmetri və TEC-9 cərəyan mənbəyi əsasında yığılmış elektrik sxemində tədqiq edilmişdir. Elektrik komtaktları nümunəyə laylara perpendikulyar istiqamətdə (C oxuna paralel) indiumla qoyulmuşdur. Nümunələr Co^{60} qurğusunda T=300K temperaturda şüalandırılmışdır.

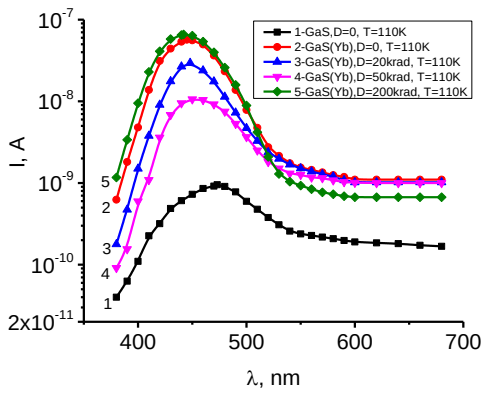
GaS<Yb>0.1at% və GaS monokristallarının otaq temperaturunda fotokeçiriciliyinin spektral paylanması şüalanmadan əvvəl və sonra şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şək.1. GaS və GaS<Yb>0,1at% monokristallarının otaq temperaturunda fotokeçiriciliyin spektral paylanması.

Qrafikdən göründüyü kimi GaS monokristalının fotokeçiriciliyinin maksimumu fundamental udulma sərhəddi yaxınlığında λ=490nm dalğa uzunluğunda müşahidə edilmişdir. GaS monokristalını iterbi ilə aşqarladıqda onun fotokeciriciliyi azalır, fotokeciriciliyinin maksimumu λ=490nm dalğa uzunluğunda müşahidə olunur. GaS<Yb>0.1at% monokrisütalını γ –şüaları (D=20, 50krad) ilə şüalandırdıqdan sonra fotokeçiriciliyin maksimuma uyğun dalğa uzunluğu dəyişmir, ancaq aşqar oblastında (λ ≥740nm) fotokeçiricilik təqribən beş dəfəyədək azalır (D=50krad).

Təmiz və iterbi ilə aşqarlanmış GaS monokristalının fotokeçiriciliyinin spectral paylanması T=110K-də şüalanmadan əvvəl və sonra (D=20,50,100,200krad) şəkil 2-də verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi baxılan dalğa uzunluğunda (λ=380-800nm) aşqarlanmış nümunənin fotokeçiriciliyi təmiz kristalların fotokeçiriciliyindən bir tərtib böyükdür. GaS monokristalını iterbi ilə aşqarladıqda məxsusi müqaviməti artır ki, bu da aşağı temperaturda fotohəssaslığın artmasına səbəb olur.



Şək.2. GaS və GaS<Yb>0,1at% monokristallarının T=110K-də fotokeçirciliyin spektral paylanması
1.GaS, 2.GaS<Yb>0,1at%, 3. GaS<Yb>0,1at%, D_γ=20krad 4. GaS<Yb>0,1at%, D_γ=50krad, 5. GaS<Yb>0,1at%, D_γ=200 krad

Aşqar oblastında GaS<Yb> monokristallarının fotokeçiriciliyində əsas rolu düyünlərarası qallium atomları oynayır. GaS<Yb> γ–şüaları ilə şüalandırdıqda aşqar oblastında (λ≥740nm) fotohəssaslıq azalır. Analoji dəyişikliklər təmiz GaS monokristallarında da müşahidə edilir. Bu onu göstərir ki, qallium vakansiyalarının konsentrasiyası, onların Yb atomları ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində azalır. Qeyd etmək lazımdır ki, təmiz GaS monkristallarını γ–şüaları ilə şüalandırdıqda qalliumun vakansiyalarının konsentrasiyasının artması hesabına aşqar fotokeçiricilik artır.[5] Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, iterbi atomları qallium kükürd monokrsitalında qallium atomunu əvəz edərək dayaz donor səviyyələri yaradırlar. Buna görə də akseptor səviyyələrinin qismən kompensasiyası baş verir ki, buda sərbəst deşiklərin konsentrasiyasını azaldır.

Ədəbiyyat

1. Gamal G., Azad M.. Photoelectric studies of gallium monosulfide single crystals.Phys. Chem. Solid 2005, V.66, N1, p.5-10.
2. Madatov R.S., Tagiyev B.G., Tagiyev T.B., Shekili Sh.P., Najafov A.İ., Gabulov İ.A.. Optical and photoelectrical properties of lamellar gallium sulfide single crystals irradiated by gamma quanta.// Semiconductor Physics Quantum and Optoelectronics. Kiev, 2006, V.9, N.2, p.8-10.
3. Абасова А.З., Мадатов Р.С., Стафеев В.И.. Радиационно-стимулированные процессы в халькогенидных структурах. “Баку. ЭЛМ, 2010” с.352.
4. Tagiyev T.B., Photoconductivity and photoluminescence features of –irradiated $GaS_{0,75}Se_{0,25}$<Er> singler crystals.//Semiconductor Physics Quantum and Optoelectronics. Kİev, 2011, V.14, N.3, p.362-364.
5. Давидюк Г.Е., Оксюта В.А., Манжара В.С.. Электрически, оптически и фотоэлектрически свойства легированных индием монокристаллов сульфида кадмия, облученных элекронами.//Физика твердого тела, 2002, Т.44, В.2, с.246-250.
6. Auclich E., Brebner J.L., Mooser E., Indirect energy gap in GaSe and GaS.// Phys. Status Solidi B 31,1969, 129–134.
7. Madatov R. S., Tagiev T. B., Abushev S. A., Shekili Sh. P., and Mobili A. R., Optical and Photoelectric Properties of Gamma-Irradiated GaS:Er^{+3} Layered Crystals.// Inorganic Materials, 2008, Vol. 44, No. 4, pp. 333–336.

8. M. Caraman , V. Chiricenco , L. Leontie , I.I. Rusu, Photoelectrical properties of layered GaS single crystals and related structures.// Materials Research Bulletin 43, 2008, 3195–3201

Резюме

В данной работе исследованы фотоэлектрические свойства слоистых монокристаллов GaS и GaS<Yb> 0,1at% до и после облучения при комнатной температуре и температуре T=110K. Установлено, что в облученном гамма-лучами слоистом монокристалле GaS<Yb>0,1at% фоточувствительность в области λ>740 нм снижается, а в монокристалле GaS аддитивном фотопроводимость увеличивается за счет увеличения концентрации вакансий галлия.

Summary

İn this work, photoelectric properties of GaS and GaS<Yb> 0,1at% layered monocrystalline have been investigated before and after radiation in room and T=110K temperatures. It was determined that, photosensitivity in the λ>740 nm wavelength oblast reduces in the GaS<Yb> 0,1at% layered monocrystal irradiated with gamma-rays, but in the GaS monocrystal additive photoconductivity increase due to increasing of concentration of gallium vacancies.

ОСНОВНЫЕ ПРИМЕСНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЗАМЕЩАЮЩИХ АТОМОВ *Ag* И *Au* В $Ge_{1-x}Si_x$

Доц. Зейналов З.М., Доц. Иманов Р.М., Аббасов Р.А.
Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: акцептор, примес, золота, атом, донорный уровень
Keywords: acceptor, impurity, gold, atom, donor level

Замещающие атомы серебра - AgS и золота - *AuS* в германии ведут себя как трехкратные акцепторы в соответствии с моделью тетраэдрических ковалентных связей. Примесь *AuS* помимо этих акцепторных состояний создает еще один донорный уровень, расположенный ниже ее акцепторных состояний. Расположение примесных состояний *AgS* и *AuS* в запрещенной зоне германия представлено на схеме рис. 1.7 в первой главе. В кремнии с примесью серебра обнаружены несколько глубоких уровней как акцепторного,так и донорного характера: $E_v+0,32$ эВ (донор) и $E_c-0,22$ эВ (акцептор); $E_v+0,26$ зВ (донор) и $E_c-0,28$ эВ (акцептор); $E_v+0,33$ эВ (донор) и $E_c-0,36$ эВ (акцептор); $E_v+0,405$ эВ (донор) и $Ec-0,593$ эВ (акцептор). Идентификация этих уровней не произведена. Предполагается.что ряд уровней относится к образованиям различных ассоциаций атомов серебра и комплексов с другими дефектами. Примесь золота в кремнии создает один донорный уровень $E_v+0,35 эВ$ и один акцепторный уровень $E_c-0,54$ зВ. Считается, что эти уровни относятся к замещающим атомам примеси.

Ниже представлены результаты исследования энергетического основных состояний *AgS* и *AuS* в кристаллах $Ge_{1-x}Si_x$ направленные на установление закономерностей изменения энергий связей этих состояний с составом кристалла, а также их энергетических положений в кремнии. Здесь мы не будем рассматривать злектротранспортные свойства кристаллов, легированных этими примесями, поскольку они не имеют принципиальных отличий от свойств $Ge_{1-x}Si_x$, легированных медью. Концентрация замещающих атомов серебра и золота в кристаллах составляла $10^{14} \div 10^{15}$ см $^{-3}$. В зависимости от исходной величины N_a и N_d а также температуры диффузионного легирования

в образцах $Ge_{1-x}Si_x$ проявлялся тот или иной уровень исследуемой примеси. В случае золота глубокий донорный уровень проявляется в кристаллах, обладающих до легирования *Au* дырочной проводимостью. Эти образцы после легирования золотом не изменяют тип проводимости, и донорный уровень примеси проявляется как псевдоакцепторный центр. Результаты анализа температурных зависимостей концентрации свободных носителей заряда большого набора образцов с различным составом и содержанием примесных центров показывают, что во всех исследованных нами составах $(0 \leq x \leq 0,3)$ *AgS* и *AuS* ведут себя как трехкратные акцепторы, как и в германии. Примесь *AuS* создает еще один глубокий донорный уровень, расположенный ниже ее акцепторных состояний.

Анализ температурных зависимостей концентрации свободных носителей заряда в кристаллах, в которых проявляется тот или иной уровень *AgS* и *AuS,* показывает следующие особенности: температурные зависимости концентрации электронов или дырок не описываются в рамках локального уровня с определенной энергией активации; увеличение степени компенсации уровней приводит к росту их энергии активации. Эти особенности косвенно свидетельствуют о расщеплении уровней *AgS* и *AuS* в запрещенной зоне $Ge_{1-x}Si_x$, как и в случае примеси меди. Учитывая это обстоятельство, усредненная энергия активации уровней серебра и золота определялась из данных температурных зависимостей концентрации свободных носителей заряда в кристаллах с нулевой степенью компенсации исследуемого уровня. Величина этого параметра определялась как и в случае примесных уровней *Cus*. Т.е. находится значение ε, которое наилучшим образом описывает ход кривых $n\ (p)$ от т. Отметим ,что максимальное отклонение величины ε от усредненной при различных Т для каждого состава составляет не более характерные температупные зависимости концентрации свободных носителей заряда $Ge_{1-x}Si_x$, в которых активными являются соответствующие уровни *AgS* и *AuS,* степень компенсации которых равна нулю. Свидетельством равенства нулю степени компенсации уровней является отклонение от экспоненциальной зависимости кривых в области низких Т. Результаты проведенных расчетов показывают, что усредненные энергии связи всех трех акцепторных уровней *AgS* в $Ge_{1-x}Si_x$ изменяются линейно с составом.

Литература

1. W.Fahner, A. Goltzberqer Determination of deep energy levels in Si by MOS techniques – Appl. Phys. Lett, 1972, v.21.n.7,p. 321-331
2. L.D.Yau, C.T. Sah Measurement of trapped – minority – carrier thermal emission rates from Au, Ag and Co traps in silicon - Appl. Phys. Lett, 1972, v.21.n.4, p. 157-158
3. E. Schibli, A.C.Milnes Deep impurities in silicon – Mater. Sci. Eng. 1967, v.2, n.4, p. 173-180

Summary

Characteristic temperature dependences of the concentration of free charge carriers $Ge_{1-x}Si_x$, in which the corresponding levels of AgS and AuS are active, the degree of compensation of which is equal to zero. Evidence that the degree of level compensation is equal to zero is the deviation from the exponential dependence of the curves in the region of low T. The results of the calculations show that the averaged binding energies of all three AgS acceptor levels in $Ge_{1-x}Si_x$ vary linearly with composition.

γ-KVANTLARLA ŞÜALANDIRILMIŞ $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0- 1,0) BƏRK MƏHLULLARININ SUPERİON KEÇİRİCİLİYİ

Dos. f.f.d. Əliyeva N. Ə.
Radiasiya Problemləri İnstitutu
nuranaalislam@gmail.com

Acar sözlər: qamma kvantlar, impedansın həqiqi və xəyalı hissələri, superion keçiricilik.

Keywords: gamma quanta, real and imaginary parts of impedance, superionic conductivity.

Ключевые слова: гамма-кванты, действительная и мнимая части импеданса, суперионная проводимость.

$A^3B^3C^6_2$ birləşmələri son dərəcə anizotrop kristal quruluşuna, kristal qəfəsin xarici təsirlərə qarşı qeyri-sabitliyinə görə tədqiqatçıların diqqətini cəlb edir. Bu birləşmələrin əsasında fotoelektrik çeviricilər, rentgen və neytron şüalanma detektorları hazırlanmışdır [1, s.474] [2, s.1057]. [3, s.311]. [4, s. 654]. $A^3B^3C^6_2$ əsaslı birləşmələrin tədqiqinə marağın artması bu sinifə daxıl olan bəzi birləşmələrdə otaq temperaturuna yaxın temperaturda onlarda ion keçiriciliyinin aşkarlanması ilə əlaqədardır [5, s.610] [6, s.1441]. Bu birləşmələr arasında yaranan bərk məhlullar isə fiziki xassələri dəyişmək imkanı yaratdığından oların tədqiqi maraq doğurur.

Hazırki işdə qamma kvantlarla şüalanmış $TlGaTe_2$, $TlInSe_2$ kristalları və onlar arasında yaranan bərk məhlulların impedans spektroskopiya metodu ilə $25 \div 10^6$ Hs tezlik oblastinda kompleks immpedans, relaksasiya prosesləri araşdırılmışdır və bu proseslərə γ-şüaların təsiri öyrənilmişdir. 0, 0,1 MQr dozada şüalanmış $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) sistemli bərk məhlulların bərk məhlul nümunələrinin impedansının həqiqi və xəyali hissələri ölçülmüşdür. Təcrübi nəticələr əsasında kompleks impedans qodoqrafının təsviri edilmişdir.

Şüalanmadan əvvəl bərk məhlul nümunələri üçün kompleks müstəvi qodoqrafın qövsü Z' və Z''-in kəsişmə nöqtəsində maksimum yarım dairəyə yaxın həqiqi oxa meyllənən əyrini təsvir edir. Asılılığın belə forması, paralel ekvivalent əvəzetmə sxeminə uyğun gəlir. Bu halda enerji daşınması tək relaksasiya müddəti ilə xarakterizə olunur. İmpedansın xəyali hissəsi, $C_{eff}R_{eff}\omega_{max} = 1$ şərtinə uyğun gələn $f_{(max)}$ tezliklərində maksimum göstərir, burada C_{eff} və R_{eff} ekvivalent sxemin effektiv parametrləridir, $\omega_{max} = 2\pi f_{max}$ dairəvi tezlikdir. Qodoqraf qövsünün yuxarı (uc) hissəsi ω_{max} rezonanas tezliyinə uyğun gəlir. Z'' maksimumuna uyğun uyğun gələn tezliklərin relaksasiya $f_{(max)}$ müddətləridir. Şüalanmadan əvvəl və 0,1 MGy şüalanmadan sonra $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) bərk məhlul nümunələri üçün tezlik dispersiyasının başlanğıcına uyğun gələn tezliklər müəyyən edilmişdir. Belə ki, bərk məhlulda Z'' maksimumuna uyğun gələn $f_{(max)}$ tezliyində artım müşahidə olunur.

Şüalanmadan əvvəl yerinə yetirilən ölçmələrdə həqiqi oxun mərkəzində yerləşən yarım dairəyə yaxın formaya malik olması yük daşınması prosesinin tək relakasasiya müddəti ilə xarakterizə olunması ilə əlaqələnmişdir. Qodoqrafın bu növü aşağı müqavimətli və tədridedici olmayan kontaktlı eynicinsli nümunəyə uyğun gəlir. 0,1 MGy dozada şüalanmadan sonra aparılan ölçmələrdən əldə edilən (Z'' – Z') kompleks müstəvidəki diaqramlar bir paralel RC- zənciri üçün yarımdairəvi olub, diaqramların aşağı tezlikli oblastında şüalarla əks olunmuşdur.

0,1 MGy şüalanmadan sonra alınan impedans qodoqraf əyriləri, görünüşünə görə bərk elektrolit və elektrod sərhədi yaxınlığındakı talium ionlarının diffuziyalı daşınması ilə bağlı olan keçiriciliyə əlavə təsirlərin olduğunu göstərir. İmpedans diaqramındakı bu şüalar böyük

ehtimal ki, Varburqun diffuz impedansı ilə bağlıdır və bunun əsasında verilmiş diffuziya daşıyıcılarının sinusoidal siqnalının tezlik diapazonunda diffuziya layı sərhəsinə çata bilməməsi dayanır. Varburqun diffuz impedansının meydana gəlməsi, kristalın superion hala keçməsiilə γ-şüalanmadan sonra müşahidə olunan Tl^{+1} ionlarının diffuziyası hesab olunur.

Müəyyən edilmişdir ki, kristallar radiasiyaya məruz qaldıqdan sonra relaksasiya müddəti azalır. Ekvivalent sxem əvəzləmələri üsulundan istifadə edərək (Z″−Z′) kompleks müstəvi diaqramları analiz olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) bərk məhlulların γ-şüalanmanın təsiri ilə superion halına faza keçidi baş verir

Ədəbiyyat

1. Л.А. Резниченко, О.Н. Разумовская, Л.А. Шилкина, Н.В. Дергунова. Неорган. материалы **32**, *4*, 474 (1996).
2. Е.Г. Фесенко, А.Т. Шуваев, В.Г. Смотраков, Г.А. Гегузина, В.Д. Комаров, В.Г. Гавриляченко, Е.С. Гагарина. Неорган. материалы **30**, *8*, 1057 (1994).
3. G. Geguzina, E. Fesenko, E. Shuvaeva. Ferroelectrics **167**, 311 (1995).
4. А.Т. Шуваев, В.Г. Власенко, Г.А. Гегузина, Л.А. Шилкина. Электрон. журн. Исследовано в России. **6**, 654 (2003)
5. Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, Э.К. Гусейнов, Ф.Т. Салманов, Г.Р. Сафарова. Особенности проводимости γ-облученных кристаллов $TlGaTe_2$ с наноцепочечной структурой. ФТП, **44**, 610 (2010).
6. Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, Ф.Т. Салманов, О.З.Алекперов, Э.К.Гусейнов, Н.А.Алиева. Суперионная проводимость, эффекты переключения и памяти в кристаллах $TlInSe_2$ и $TlInTe_2$. ФТП, **45**, 1441 (2011).

Summary

The solid solutions of $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) irradiated with gamma quanta were studied by the impedance spectroscopy method at a temperature of 100-450 K and a frequency range of 25-10^6 Hz. Frequency dependences of real and imaginary parts of dielectric permittivity and impedance (ε'), (ε') (Z') and (Z") were analyzed. It was found that the relaxation time decreases after the crystals are exposed to radiation. Using the method of equivalent scheme substitutions (Z″−Z′) complex plane diagrams were analyzed. It has been shown that $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) solid solutions undergo a phase transition to the superion state under the influence of γ-irradiation.

Резюме

Облученные гамма-квантами твердые растворы $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) исследовали методом импедансной спектроскопии при температуре 100-450 К и диапазоне частот 25-106 Гц. Проанализированы частотные зависимости действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости и импеданса (ε'), (ε') (Z') и (Z"). Было обнаружено, что время релаксации уменьшается после облучения кристаллов. Методом подстановок эквивалентных схем (Z″−Z′) были проанализированы комплексные плоские диаграммы. Показано, что твердые растворы $(TlInSe_2)_{1-x}(TlGaTe_2)_x$ (x=0-1,0) претерпевают фазовый переход в суперионное состояние под действием γ-облучения.

ИСЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ХОЛЛА $MnBi_2Te_4$ И $MnBi_8Te_{10}$

Алигулиева Х. В.[1,3*], Абдуллаев Н. А. [1,2]
[1]Институт физики НАН,
[2]Бакинский государственный университет,
[3]Сумгаитский государственный университет,
[*]e-mail: xayala-firuza@mail.ru

Ключевые слова: топологические изоляторы, эффект Холла, ферромагнетик, антиферромагнетик, проводимость, фазовый переход

Açar sözlər: topoloji izolyatorlar, Hall effekti, ferromaqnit, antiferromaqnit, keçiricilik, faza keçidi

Key words: topological insulators, Hall effect, ferromagnet, antiferromagnet, conductivity, phase transition

Недавно были впервые получены монокристаллы новых полупроводниковых магнитных топологических изоляторов семейства $(MnBi_2Te_4)(Bi_2Te_3)_n$ (n=0, 1, 2, 3, 4 ...) [1]. Среди этого ряда соединений находятся соединения $MnBi_2Te_4$ (n=0) и $MnBi_8Te_{10}$ (n=3) Данные фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES) подтверждают линейный характер дисперсии энергии E(k) (т.н. конусы Дирака) для поверхностных состояний этих соединений [2,3]. Исследования температурной зависимости удельного сопротивления $\rho_{xx}(T)$ монокристаллов $MnBi_2Te_4$ в интервале температур 5-300К выявили особенность в виде пика при температуре T = 25,4 К (рис.1). Как видно из рисунка 1 зависимость $\rho_{xx}(T)$ имеет типичный «металлический» ход. Это обусловлено наличием большого количества дефектов, создающих локальные уровни в запрещённой зоне. Это приводит к образованию примесной зоны, перекрывающую всю запрещённую зону, что приводит к тому, что в полупроводнике наблюдается «металлический» ход зависимости $\rho_{xx}(T)$. Чтоб выявить природу особенности при T = 25,4 К, было изучено влияние внешних магнитных полей на пик в зависимости $\rho_{xx}(T)$. На рисунке 2 приведены зависимости удельного сопротивления $\rho_{xx}(T)$ монокристаллов $MnBi_2Te_4$ при различных внешних магнитных полях.

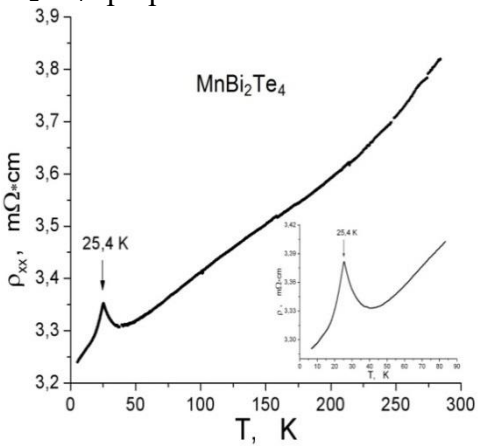


Рис. 1. Температурная зависимость удельного сопротивления $\rho_{xx}(T)$ монокристаллов $MnBi_2Te_4$ в интервале температур 5-300К . На вставке зависимость $\rho_{xx}(T)$ в интервале температур 5-90К.

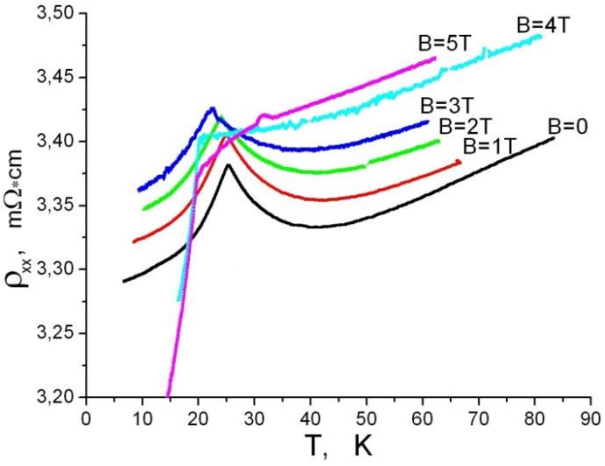


Рис. 2. Температурная зависимость удельного сопротивления □xx(T) монокристаллов MnBi2Te4 во внешних магнитных полях B=0, 1, 2, 3, 4, 5 T.

Нами было проведено исследование эффекта Холла при различных температурах T= 4,5; 15; 20; 22; 24; 25 и 35K. (рис. 3.)

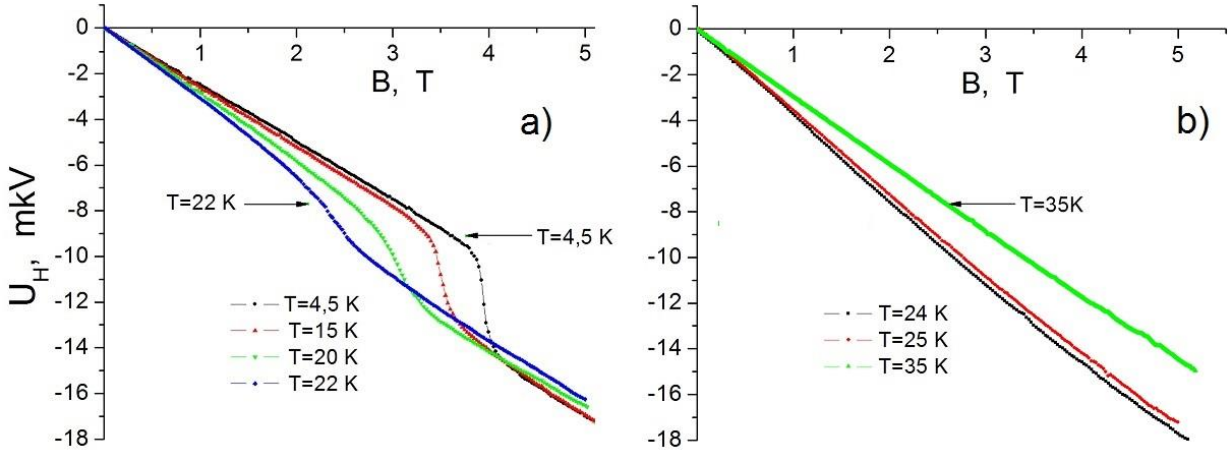


Рис. 3. Магнитополевая зависимость холловского напряжения $U_H(B)$ при температурах a) T= 4,5; 15; 20; 22K и b) T= 24; 25 и 35K.

Нами были исследованы также новые полупроводниковые магнитные топологические изоляторы $MnBi_8Te_{10}$ (n=3). Из исследований фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES) также следует линейный характер дисперсии энергии E(k) (т.н. конусы Дирака) для поверхностных состояний этих соединений [3]. Исследования температурной зависимости удельного сопротивления $\rho_{xx}(T)$ монокристаллов $MnBi_8Te_{10}$ в интервале температур 5-300K выявили особенность в виде пика при температуре T = 12 K (рис.4). Как видно из рисунка 4 зависимость $\rho_{xx}(T)$ имеет типичный «металлический» ход.

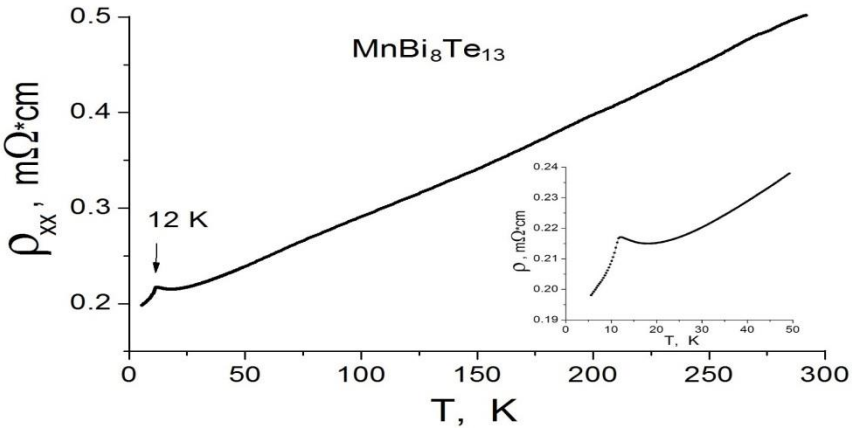


Рис. 4. Температурная зависимость удельного сопротивления □xx(T) монокристаллов MnBi8Te13 в интервале температур 5-300K. На вставке зависимость □xx(T) в интервале температур 5-50K.

Литература

1. Z.S. Aliev, I.R. Amiraslanov, N.A. Abdullayev, N.T.Mamedov, M.B. Babanly, E.V. Chulkov et al., Journal of Alloys and Compounds **789**, 443 (2019).
2. M.M. Otrokov, Z.S. Aliev, I.R. Amiraslanov, N.T.Mamedov, N.A. Abdullayev, V.N. Zverev, A.M. Shikin, E.V. Chulkov et al., Nature **576**, 416 (2019).
3. I.I. Klimovskikh, M.M. Otrokov, Z.S. Aliev, I.R. Amiraslanov, N.A. Abdullayev, V.N. Zverev, N.T.Mamedov, A.M. Shikin, E.V. Chulkov et al., npj Quantum Materials **789**, 443 (2020).

Xülasə

Topoloji izolyatorların səth halları özünəməxsus bir xüsusiyyətə malikdir - ifratkeçiricilərdə kimi qeyri dissipativ yük ötürülməsi. Bu səbəbdən yeni topoloji izolyatorların elektrik və galvanomaqnit xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi yalnız elmi deyil, həm də praktiki maraq doğurur. Bu işdə $MnBi_2Te_4$ və $MnBi_8Te_{13}$ yeni maqnit topoloji izolyatorlarının elektrik keçiriciliyi araşdırılmışdır. Paramaqnet-antiferromaqnit faza keçidinin temperaturlarının T_N = 25.4K ($MnBi_2Te_4$ üçün) və paramaqnetik-ferromaqnet T_C = 12K ($MnBi_8Te_{13}$ üçün) olduğu müəyyən olunub. Xarici maqnit sahəsinin spin momenlərin nizamlasına təsiri aşkar edilmişdir. Anormal Hall effekti antiferromaqnitlərdə ($MnBi_2Te_4$) və ferromaqnitlərdə ($MnBi_8Te_{13}$) aşkar edilmiş və araşdırılmışdır.

Abstract

The surface states of topological insulators have a unique property - non-dissipative charge transfer, similar to superconductors. Therefore, the study of electrical and galvanomagnetic properties of new topological insulators is not only scientific, but also of practical interest. The conductivity of electrical conduction of new magnetic topological insulators $MnBi_2Te_4$ and $MnBi_8Te_{13}$ has been studied. The temperature of the phase transition paramagnetic-antiferromagnetic T_N = 25.4K (for $MnBi_2Te_4$) and paramagnetic-ferromagnetic T_C = 12K (for $MnBi_8Te_{13}$) were detected. The effect of the external magnetic field on the order of the spin moments is revealed. The anomalous Hall effect in antiferromagnets ($MnBi_2Te_4$) and ferromagnets ($MnBi_8Te_{13}$) has been discovered and studied.

О ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ИОНПРОВОДЯЩИХ ФОТОПРОВОДНИКОВ ГРУППЫ $A^3B^3C^6_2$

[1]Д.ф.м.н. Алиев В.А., [2]Д.ф.м.н. Новиков В.П.,
[3]доц. Рустамов В.Дж., [3]доц. Намазов Я.Б

[1]Институт физики Министерства науки и образования,[2]НПЦ «Материаловедение», НАН Республики Беларусь,
[3]Гянджинского Государственного Университета

Ключевые слова: полупроводники, тройные кристаллы, электрохимическая модификация, интеркаляция, двумерные слои.

Keywords: semiconductors, ternare crystals, electrochemical modification, intercalation, two-dimensional layers.

Тройные халькогениды группы $A^3B^3C^6_2$ составляют большое семейство кристаллов со слоистой и слоисто-цепочечной структурой.

Кристаллы этой группы, такие как $TlGaSe_2$, $TlInS_2$ и $TlGaS_2$ имеют слоистую структуру, в то время как $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$ и $TlInTe_2$ имеют слоисто-цепочечную структуру. Эти кристаллы были открыты и заявлены как новое семейство соединений с полупроводниковыми свойствами в 1967 году [1].

В кристаллах группы $A^3B^3C^6_2$ обнаружено большое количество нелинейных эффектов, которые создают возможность создания чувствительных элементов для сенсоров различных физических величин [2,3]. Препятствием в создании сенсоров является, то обстоятельство, что уровень их свойств, таких как проводимость или спектр поглощения не является оптимальным и требует подстройки.

Целью данной работы является выяснение возможности электрохимической модификации соединений группы $A^3B^3C^6_2$ и создания на их основе нелинейно-оптических, акустооптических и оптоэлектронных сенсоров с варьируемыми характеристиками.

Для изменения характеристик кристаллов мы предлагаем два подхода.

1. Изменения состава за счет их ионной проводимости этих кристаллов, а так же за счет электрохимической интеркалации в данные структуры одновалентных металлов.
2. Химическое или электрохимическое расщепление кристаллов на квазидвумерные слои.

Возможность первого подхода основана на обнаруженной нами в монокристаллах $TlGaTe_2$ смешанной электронно–ионной проводимости и её сильной анизотропии [4]. Показано, что носителями ионного тока в этом соединении являются ионы Tl^+ . В этой же работе показано, что с ионной проводимостью связаны ряд необычных для твердого тела явлений таких как «псевдо-индуктивный» характер релаксации тока при поляризации, автоколебания тока при прохождении постоянного тока через образец. Был так же обнаружен ступенчатый характер переходных процессов. Этот эффект хорошо описывается моделью ступенчатого упорядочения избыточных атомов и формированием новых фаз. Факт обнаружения нами ионной проводимости вызвали большой интерес, и ионная проводимость была подтверждена и другими авторами [5].

Таким образом, ионная проводимость кристаллов $TlGaTe_2$ позволяет осуществлять модификацию его свойств. Модификация осуществляется, путем пропускания электрического тока через кристалл. Протекание тока сопровождается, перераспределением подвижных ионов вдоль кристалла, что приводит к изменению

его свойств. Аналогичный эффект достигается за счет электрохимической интеркаляции. При этом ионы таллия в структуре кристаллов частично замещаются ионами лития, натрия или серебра.

Второй подход к модификации материалов данной группы основан на расщепление материала на 2D слои. Известно, что расщепление кристаллов на квази-двумерные слои качественно меняет свойство кристалла. Ярким примером трансформации свойств материала при его расщеплении является переход от графита к его двумерному аналогу графену. Факт влияния расщепления кристалла на его свойства был подтвержден и для $TlGaSe_2$. Так авторами из Пекинского университета и Аризонского государственного университета удалось получить ультратонкие слои $TlGaSe_2$ микромеханическим методом и показать, что уменьшение толщины материала качественно изменило, спектральные характеристики материала и существенно повысило быстродействие фотосенсоров на их основе [6]. Однако микромеханический метод не позволяет получать 2D слои материала в больших количествах.

Группой ученых под руководством В.П.Новикова был разработан новый способ расщепления слоистых кристаллов на двумерные слои [7]. Метод заключается в электрохимической интеркаляции щелочных металлов из его раствора в жидком аммиаке в межслоевое пространство слоистого кристалла. Вместе со щелочным металлом в межслоевое пространство проникает и молекулы аммиака. Разрушение интеркалята под действием температуры или воздействием воды сопровождается выделением больших объемов газа. Давление газа расщепляет кристаллы на 2D-слои. Этот метод был нами развит для синтеза графена и родственных ему углеродных 2D - наноструктур. Было обнаружено, что этот метод применим для расщепления не только графита, но и ряда слоистых полупроводников, в частности MoS_2, TaS_2 на слои нанометровой толщины. Кристаллы группы $A^3B^3C^6_2$ имеют сходство в особенностях химической связи изученных нами соединений и заявляемых для исследования объектов, что позволяет применить данный метод для получения полупроводников группы $A^3B^3C^6_2$.

Предложенная методика расщепления слоистых соединений позволяет также производить его функционализацию. Так, например, нами была продемонстрирована пришивка различных химических групп к графеновым плоскостям при введении в реакционную смесь раствора солей четвертичного аммония [8].

Таким образом, явления ионного переноса в некоторых слоистых соединениях группы $A^3B^3C^6_2$, а так же возможность их расщепления химическим и электрохимическим методом позволит модифицировать их свойства. Наш опыт по работе с сенсорами как на основе графеноподобных углеродных структурах (датчики различных газов) [9], так оптических датчиков температуры на полупроводниковых кристаллах будет использован для создания сенсоров на основе кристаллов соединений группы $A^3B^3C^6_2$.

Литература

1. Guseinov G.D., Mooser E., Kerimova E.M., Gamidov R.S.,Alekseev I.V.,Izmailov M.Z. On some properties of $TlInS_2$ (Se_2, Te_2) single crystals.Physica Status Solidi, 1969.V.34. №1. P. 33-34.
2. Алиев В.А., Алджанов М.А., Алиев С.Н. Несоразмерный фазовый переход в $TlGaTe_2$ Письма в ЖЭТФ, 1987, т. 45, № 9, с. 418-420.
3. Guseinov G.D., Aliyev V.A., Bagirzade E.F. Impurity photoconductivity in $TlInSe_2$ single crystals. // Physica Status Solidi (a), 1986, т. 96, с. K73- K78.

4. Новиков В.П., Алиев В.А., Матвеев А.Т. Псевдоиндуктивный и автоколебательный характер релаксации тока в соединениях со смешанным типом проводимости. // Письма в ЖТФ, 1989, т.15, № 9, с.1-5.
5. Sardarly R.M., Samedov O.A., Abdullayev A.P. et al. Superionic conductivity and switching effect with memory in $TlInSe_2$ and $TlInTe_2$ crystals. // Semiconductors, 2011. V. 45, P.1387–1390.
6. Shengxue Yang , Minghui Wu , Hui Wang , Hui Cai , Li Huang , Chengbao Jiang, Sefaattin Tongay. Ultrathin Ternary Semiconductor TlGaSe2 Phototransistors with Broad-Spectral Response. // 2D Materials, 2017. V4. №2.
7. Novikau, U., Razanau I., Filipovich S. Novel Method of Graphite Exfoliation // MRS Advances. – 2016. – Vol. 1, № 19. – P. 1395–1400.
8. Novikov V., Razanov I., Filipovich S. Low-temperature exfoliation / functionalization of graphite using quaternary ammonium salts / Advanced Carbon Nanostructures: book of abstr. 14th Int. Conf. (St. Petersburg, July 1-5, 2019) / ФТИ им. А.Ф. Иоффе : ed.: A. Dideikin, A. Meilakhs. – St. Petersburg, 2019. – P. 247.
9. Новиков В.П., Рязанов И.В. Сенсор для детектирования газа и измерения его концентрации: Патент Республики Беларусь. BY 21523 /. – Опубл. 30.12.2017

Abstract

The article is devoted to elucidation of the possibility of electrochemical modification of compounds of the $A^3B^3C^6_2$ group and the creation on their basis of nonlinear optical, acousto-optical and optoelectronic sensors with variable characteristics. Two different approaches have been proposed to modify the semiconductor properties of ternary crystals $A^3B^3C^6_2$. First, changes in the composition due to their ionic conductivity of these crystals, as well as due to electrochemical intercalation into these structures of monovalent metals. Second, chemical or electrochemical splitting of crystals into quasi-two-dimensional layers. It is shown that the splitting of crystals into quasi-two-dimensional layers qualitatively changes the property of the crystal.

СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛА $TlInS_2$ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

Д.ф.-м.н., проф [1]Умаров С. Х., k.ф.н., доц [2]Гасанов Н.З., М.н.с [3]Халлоков Ф. К., К.ф.н.[4]Нарзуллаева З.М.,
К.ф.н [5]Гусейнова К.М., К.ф.н., доцент [6]Рустамов В.Д.
[1]Бухарский медицинский институт им. Абу Али ибн Сино,
[2]Институт Физики при Министерстве науки и образования
[3]Институт ядерной физики АН Республики Узбекистан,
[4]Бухарский государственный университет
[5]Сумгаитский Государственный Университет
[6]Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: монокристалл, структура поверхности, электронное облучение.

Непрерывно растёт потребность в новых полупроводниковых материалах, обладающих не только оригинальными электрофизическими, оптическими,

эксплуатационными характеристиками, но и высокой стойкостью к различным внешним факторам (температура, давление, радиация), для целей использования их в микроэлектронике. Низкоразмерные халькогениды, имеющие слоистые и цепочечные структуры, относятся к числу таких перспективных материалов. Среди них одним из наиболее интересных является слоистый монокристалл $TlInS_2$, который имеет не только перспективные полупроводниковые характеристики [1-5], но и позволяет регулировать и подбирать оптимальные свойства путем замещения атомов серы, таллия другими атомами в широком концентрационном интервале.

Известно, что основные параметры полупроводников зависят не только от структуры, но и от присутствующих дефектов и их типа. Одним из способом создания (или отжига) дефектов является облучение образца гамма-лучами, нейтронами, протонами и электронами. Исследование влияния протонов, нейтронов и электронов на структурные параметры $TlInS_2$ не проводилось, хотя и представляет интерес, так как типы образующихся радиационных дефектов в этих случаях могут быть разными.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния электронного облучения на структуру поверхности образцов полупроводникового соединения $TlInS_2$.

Для синтеза монокристаллов $TlInS_2$ использовались следующие исходные компоненты: Tl - чистотой 99,99%, In - чистотой 99,99% и особо чистая сера 99,999%. Исследуемое соединение синтезировалось в откачанной (10^{-3} Па) и запаянной кварцевой ампуле из смеси навесок исходных компонентов, взятых в стехиометрическом соотношении. После синтеза усовершенствованным методом Бриджмена–Стокбаргера были выращены качественные монокристаллические слитки, из которых скалыванием были получены образцы для исследований.

Определение элементного состава образца осуществлялось на сканирующем электронном микроскопе SEM EVO MA10 (Oxford Instruments) с использованием энергодисперсионной спектроскопии (Carl Zeiss) на площади размером 50×50 мкм.

Исследование морфологии поверхности монокристалла $TlInS_2$ проводилось на сканирующем зондовом микроскопе SPM 9700HT (Shimadzu). Для этого выбирался участок образца размером 30×30 мкм и в нем в четырех произвольных направлениях в интервале от 5,83 мкм до 8,52 мкм с общей протяженностью 30 мкм определялось количество “пиков-выступов”, их полуширина и высота, до и после электронного облучения образца.

Облучение монокристалла $TlInS_2$ осуществлялось на ускорителе “Электроника У-003” [6] электронами с энергией 2 МэВ и плотностью тока пучка 0,375 мкА/см^2. Энергия электронов была выбрана исходя из плотности и толщины образца и определялась с использованием стандартного измерительного клина (P4701) Riso 2 Piece Aluminum (Бельгия) из алюминия. Образец устанавливался перпендикулярно направлению пучка электронов на расстоянии 0,4 м от развертки ускорителя и проводилось облучение до флюенса электронов $2\cdot10^{17}$ эл/см^2.

Состояние поверхности исходного монокристаллического образца $TlInS_2$, измеренное на сканирующем зондовом микроскопе, приведено на рис.1.

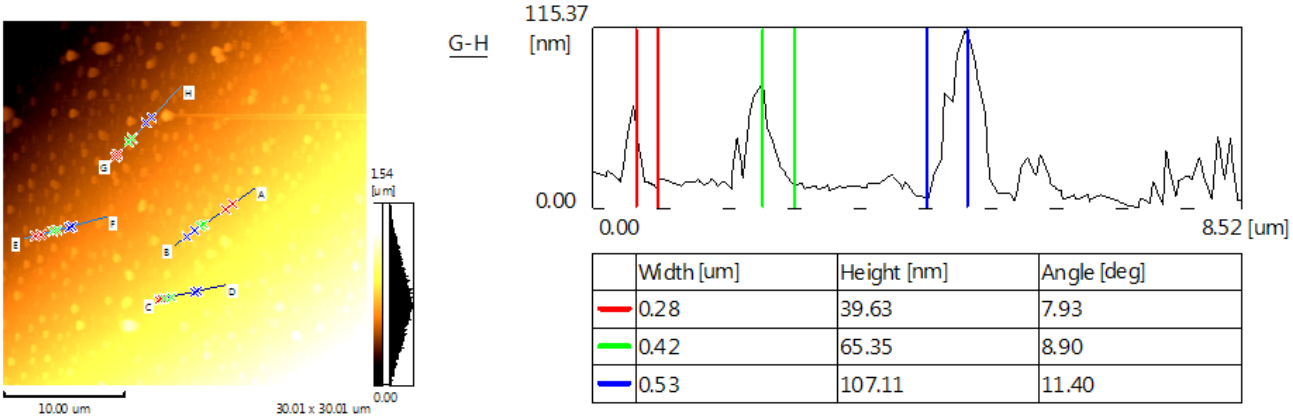


Рис.1. Состояние поверхности синтезированного образца $TlInS_2$ с указанными линиями (цветные) исследования шероховатости и данные о некоторых обнаруженных шероховатостях поверхности на отрезке G-H.

Из рис.1 видно, что на поверхности образца на расстоянии 8,52 мкм присутствуют три высоких бугорка шероховатостей с максимальной высотой 107,11 нм и шириной 0,53 мкм.

Однако, после облучения электронами флюенсом $2 \cdot 10^{17}$ эл/см^2 максимальная высота бугорка увеличилась до 234,03 нм, а максимальная ширина – до 1,49 мкм на отрезке E-F длиной 7,17 мкм (рис.2). Таким образом, средняя ширина бугорков шероховатостей увеличилась по сравнению с исходным необлученным кристаллом. Например, максимальная ширина бугорка в исследованных четырех направлениях с общей длиной 30 мкм была равна 0,83 мкм, а в облученном (наблюдалось в общей сложности 16 пиков) максимальная ширина равнялась уже 1,49 мкм. Еще одной особенностью результата облучения кристалла $TlInS_2$ является то, что средняя высота бугорков выросла от 39,63 нм в исходном до 234,03 нм в облученном образце.

Таким образом, исследование поверхности монокристалла $TlInS_2$ сканирующим зондовым микроскопом показало, что облучение быстрыми электронами приводит к увеличению ширины и высоты бугорков на поверхности образца более чем в два раза.

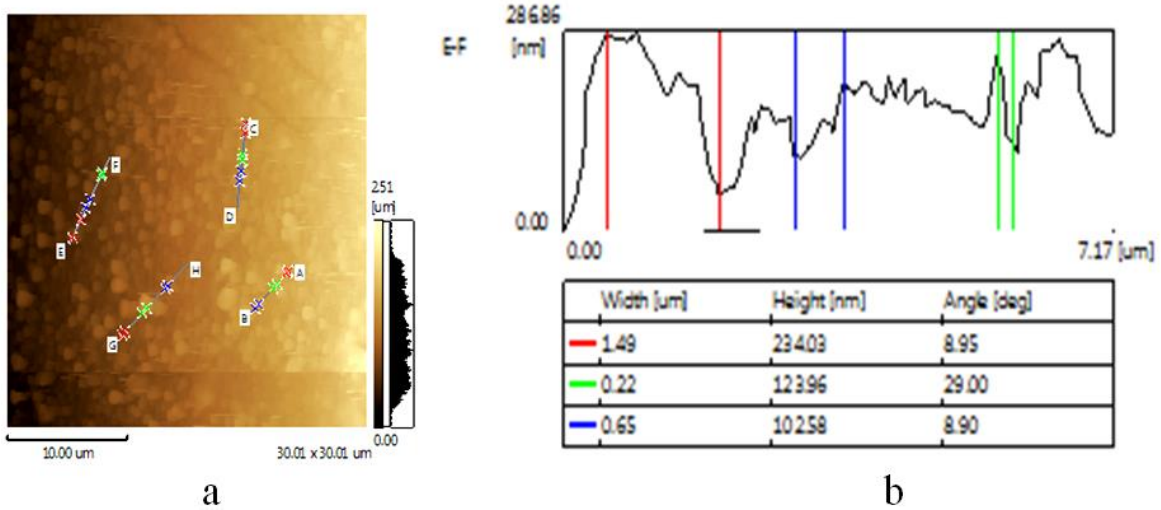


Рис.2. Состояние поверхности облученного быстрыми электронами образца $TlInS_2$ с указанными линиями (цветные) исследования шероховатости (a) и данные (b) о некоторых обнаруженных шероховатостях поверхности на отрезке E-F.

Полученные результаты по влиянию ускоренных электронов на структуру поверхности монокристалла $TlInS_2$ показывают, что данный кристалл является радиационно стойким при облучении электронами энергией 2 МэВ до флюенса $2\cdot10^{17}$ эл/см^2. Эта особенность соединения $TlInS_2$ позволяет рассматривать его как эффективный радиационно стойкий фоточувствительный полупроводниковый материал для создания фотоэлектронных миниатюрных приборов, работающих в условиях радиационного воздействия.

Литература

1. Allakhverdiyev K.R., Turetken N., Salaev F.A., Mikailov F.A. Succession of the low temperature phase transitions in $TlInS_2$ // Solid State Communications, 1995, Vol.96, 11, pp.827-831.
2. Наджафов А.И. Высокотемпературные межполитипные переходы и фазовая диаграмма стехиометрического $TlInS_2$ // Fizika, 2007, XIII, №1-2, с.115-119.
3. Borovoi N.A., Gololobov Yu.P., Isaenko G.L., Stepanishchev N.B. Peculiarities of Phase Transitions in Polytypes of Monoclinic $TlInS_2$ // Inorganic Materials, 2009, Vol.45. pp.1-6.
4. R. Paucar, K. Harada, R. Matsumoto, K. Wakita, Y. Gu.Shim, O. Alekperov, N. Mamedov. Phase transition and Raman-active modes in $TlInS_2$ // Phys. Status Solidi C, 2013, Vol.10, No.7–8, pp.1132–1135.
5. I. Molina-Molina, R. Avila-Godoy, D.R. Acosta, A.J. Mora, G.E. Delgado, S. Paredes-Dugarte, Ch. Power, L. Nieves. Caracterizacion estructural del compuesto semiconductor laminar $TlInS_2$ por microscopia electronic de transmission de alta resolucion. //Acta Microscopica, 2014, Vol.23, pp.18-22.
6. М.Ю. Ташметов, Н.Б. Исматов, Р.П. Саидов, Ш.М. Махкамов. Комплекс радиационной обработки на базе ускорителя электронов “Электроника У-003” // Вопросы атомной науки и техники. Харьков (Украина), 2017, № 5 (111), с.91-97.

Abstract

The effect of fast electrons on the structure of the surface of $TlInS_2$ single crystals has been studied. Irradiation of $TlInS_2$ with electrons with an energy of 2 MeV and a fluence of 2×10^{17} el/cm^2 leads to an increase in the height of the bump and its width on the sample surface by more than 2 times.

$Bi_{0,85}Sb_{0,15}$< ZrO_2> BƏRK MƏHLULU EKSTRUZİYA NÜMUNƏLƏRİNİN ELEKTRİK VƏ İSTİLİK XASSƏLƏRİ

[1]Tağıyev M.M., [2]Arazlı E.A., [2]İsmayılov İ.Ə., [2]Şöübov R.Ş. [3]Quliyev M.S.
[1]Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnsitutu, Bakı ş.
[2]Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı ş.
[3]Gəncə Dövlət Universiteti
e-mail: ***mail_tagiyev@mail.ru***

Açar sözlər: ekstruziya, bərk məhlul, modifikator, termoelektrik effektivliyi.

Ключевые слова: экструзия, твердый раствор, модификатор, термоэлектрическая эффективность.

Key words: extrusion, solid solution, modifier, thermoelectric efficiency

Müasir elektronikanın aktual məsələlərindən biri yüksək termoelektrik effektivliyi ilə yanaşı, mexaniki möhkəm materialların alınaraq, həmin materiallar əsasında müxtəlif şəraitlərdə etibarlı işləyə bilən təkmil elektron çevricilərin yaradılmasıdır. Bi-Sb sistem bərk məhlulları əsasında mexaniki möhkəm ekstruziya edilmiş materiallar müxtəlif elektron çevricilərin bir hissəsi kimi aşağı temperaturlu enerji çeviricilərinin yaradılması üçün ən səmərəli termoelektrik materiallardandır [1]. Termoelektrik materialın termoelektrik effektivliyi $Z=\alpha^2\sigma/\chi$ [2] ifadəsinə əsasən təyin edilir, burada σ elektrik keçiriciliyi, α, χ –isə müfafiq olaraq termo-e.h.q. və istilikkeçirmə əmsallardır. Daha effektiv çevricilərin yaradılması məqsədi ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyünün (μ) istillikkeçirmə əmsalının fonon toplananına (χ_q) nisbətinin μ/χ_q böyük qiymətinin əldə etmək üçün yükdaşıyıcıların yürüklüyü və konsentrasiyasının optimal qiymətlərini əldə etmək lazımdır.

Ədəbiyyat məlumatlarının təhlilindən məlum olmuşdur ki, Bi-Sb sistemi bərk məhlullarının termo- və maqnitoelektrik xassələrinə müxtəlif elektroneytral əlavələrin (modifikatorların) təsirinin öyrənilməsinə kifayət qədər diqqət yetirilməmişdir. Tellur və qurğuşun aşqarlı ekstruziya nümunələri 1 və 3 kütl.% ZrO_2 elektroneytral hissəciklərlə alınaraq elektrik və istilik xassələri ~77÷300K temperatur və maqnit sahə intensivliyinin $0\div74x10^4$ A/m intervalında tədqiq olunarkən termoelektrik effektivliyinin azalması müəyyən olunmuşdur [3,4]. Buna görə də $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu nümunələrinə 0,5 kütl.% ZrO_2 elektroneytal hissəciklər əlavə olunaraq tədqiq olunmuşdur.

Bi-Sb sistemi bərk məhlullarının termo- və maqnitotermoelektrik xassələrinə modifikatorun və termik işləmənin təsirinin xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaq məqsədi ilə ZrO_2 elektroneytral hissəciklərlə müxtəlif konsentrasiyalarda modifikasiya edilmiş $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu ekstruziya nümunələri alınaraq onların elektrik keçiriciliyi (σ), termo.ehq (α), Hall (R_H) və istilikkeçirmə (χ) əmsalları ~77÷300K temperatur və maqnit sahəsi intensivliyinin $0\div74x10^4$ A/m intervalında tədqiq olunmuşdur.

ZrO_2 modifikatoru plazma-kimyəvi üsulla alınmış, sferik formalı, diametri ~50nm, monoklinik və tetraqonal modifikasiyaların qarışığı quruluşa malik, ərimə temperaturu ~2677K.

İsti ekstruziya xüsusi avadanlıqdan istifadə edtməklə MS-1000 markalı hidravlik presdə aparılmışdır. Ekstruziyanın texnoloji parametrləri: $T_{eks.}$=475±3K; $P_{eks.}$= 480 MPa, sürəti v_{pr}= 0,02 sm/dəq, dartılma nisbəti -25.

Alınmış ekstruziya nümunələrinin mexaniki möhkəmliyi monokristal nümunələrin mexaniki möhkəmliyindən ~3 dəfə yüksəkdir. Ekstruziyadan sonra nümunələr 10^{-2} Pa-a qədər havasız kvars ampulalarında, ~503K temperaturda 5 saat ərzində termik işləməyə məruz qalmışdır.

Tədqiq olunan nümunələrdə modifikasiya olunma və termik işlənmə elektrik və istilik parametrlərinin temperatur asılılıqlarının xarakterini dəyişdirmir. 0,5 kütl.% ZrO_2 elektroneytal hissəcikli $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu ekstruziya nümunələrində elektrikkeçiriciliyi (σ) və istilik keçiriciliyi (χ) azalır, termo e.h.q. əmsalı (α) isə artır (şək.1). Elektroneytral hissəcikli nümunələrdə, modifikasiya olunmamış nümunələrə nisbətən yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının (n) azalması, yürüklüyün (μ) əhəmiyyətli dərəcədə artması baş verir (Cədvəl).

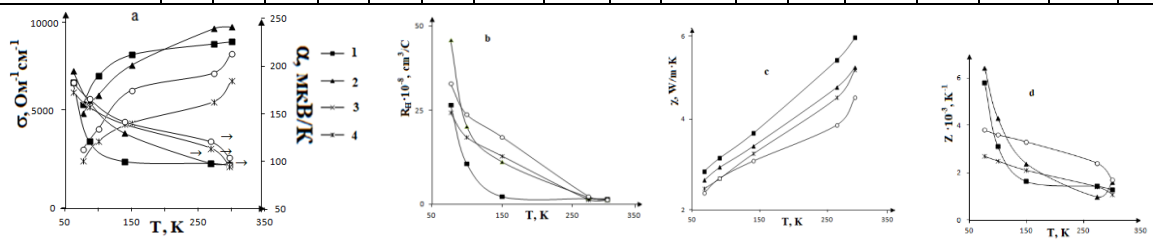
Elektroneytral hissəcikli $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$<ZrO_2> bərk məhlulu nümunələrinin ekstruziyası zamanı plastik deformasiya hesabına kristal dənəciklərinin oriyentasiyasının üstünlük təşkil edən düzülüşü (aksial tekstura), yaranması ilə eyni zamanda kristal qəfəsdə yükdaşıyıcıların yürüklülüyünü azaldan müxtəlif struktur defektləri əmələ gəlir. Elektroneytal hissəciklər bütün hallarda ekstruziya oxuna nisbətən yaranan aksial teksturanı artırır. İsti ekstruziya nəticəsində yaranan bu struktur dəyişiklikləri ekstruziya edilmiş $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu nümunələrinin (təmiz və elektroneytal əlavəli) elektrik və istilik parametrlərinin dəyişməsinə səbəb olur.

Holl əmsalı (R_H) və elektrik keçiriciliyinin(σ) qiymətlərinə görə $\mu=R_H\cdot\sigma$ ifadəsinə əsasən termik işləmə keçməyən və termik işlənmiş nümunələrin yükdaşıyıcıların yürüklüyü hesablamışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, termik işlənməyə məruz qalmış bütün nümunələr üçün temperaturun artması ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyü $\mu\sim T^{-n}$ qanununa uyğun olaraq azalır (n ~ 1,65÷~1,35). Bu onu göstərir ki, tədqiq olunan temperatur intervalında yükdaşıyıcılar əsasən qəfəsin istilik rəqslərindən səpilirlər.

Cədvəl: Ekstruziya olunmuş $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ bərk məhllulu nümunələrinin elektrik və istilik parametrləri

Tərkiblər	77 K									300 K								
	σ, Ω^{-1} cm^{-1}	α, μV/K	χ, W/m·K	$\chi_e 10^{-2}$, W/m·K	χ_l, W/m·K	$R_H \cdot 10^{-8}$, cm^3/C	μ, cm^2/ V·s	n $\times 10^{18}$, cm^{-3}	Z $\cdot 10^{-3}$, K^{-1}	σ, Ω^{-1} cm^{-1}	α, μV/K	χ, W/m·K	$\chi_e 10^{-2}$, W/m·K	χ_l, W/m·K	$R_H \cdot 10^{-8}$, cm^3/C	μ, cm^2/ V·s	n $\times 10^{18}$, cm^{-3}	Z $\cdot 10^{-3}$, K^{-1}
Termik işlənməmiş																		
$Bi_{0,85}Sb_{0,15}$	2414	172	2,64	0,33	2,64	24,4	58902	0,025	2,7	6456	94	5,26	0,34	5,26	1,06	6843	5,9	1,08
$Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ +0,5%ZrO_2	2985	182	2,54	0,4	2,54	32,1	95819	0,019	3,8	7858	103	4,95	0,41	4,95	1,21	9508	5,1	1,68
Termik işlənmiş																		
$Bi_{0,85}Sb_{0,15}$	5250	182	3,02	0,7	3,01	26,5	139125	0,023	5,8	8456	95	5,96	0,45	5,92	1,43	12092	4,3	1,28
$Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ +0,5%ZrO_2	4825	194	2,83	0,6	2,82	43,85	211576	0,014	6,42	9205	97	5,31	0,49	5,26	1,67	15372	3,7	1,6



Şəkil 1. Ekstruziya olunmuş $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ bərk məhllulu nümunələrinin elektrikkeçiriciliyi (σ), termoehq (α) (a), Holl (R_H) (b), istilikkeçirmə (χ) (c) əmsalları və termoelektrik effektivliyinin (Z) (d) temperatur asılılıqları. 1,4- əyriləri modifikasiya olunmamış, 2,3 0,5 kütl.% ZrO_2 –lə modifikasiya olunmuş $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$bərk məhlulu nümunələrinə aiddir. 1,2- termik işlənmiş, 3,4- termik işlənməmiş nümunələrdir.

Təmiz və elektroneytral hissəciklər əlavəli nümunələrin σ (T), α (T) və χ (T) asılılıqlarına əsasən Z (T) ($Z = \alpha^2\sigma/\chi$) termoelektrik effektivliyinin qiyməti ~77-300K-də hesablanmışdır (Şəkil 1). Göründüyü kimi elektroneytral hissəciklər nümunələrin Z(T) temperatur

asılılıqlarının xarakterini dəyişmir, yəni bütün nümunələr üçün termoelektrik effektivliyinin qiyməti temperaturun artması ilə azalır. ~77K-də termoelektrik effektivliyinin ən böyük qiyməti ($Z \sim 6.4 \cdot 10^{-3}$ K^{-1}) 0.5 kütl.% ZrO_2 əlavəli $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu nümunələrində alınmışdır ki, bu da modifikasiya olunmamış nümunələrə nisbətən Z ($\sim 5.8 \cdot 10^{-3} K^{-1}$) xeyli böyükdür. Buna səbəb termoehq əmsalı(α) və yürüklüyün qiymətinin böyük, istilikkeçirmə əmsalının (χ) isə kiçik olmasıdır (Cədvəl).

Beləliklə, yükdaşıyıcıların optimal konsentrasiyası və yürüklüyünə malik, yüksək effektivli 0,5 kütl.% ZrO_2 ilə modifikasiya olunmuş $Bi_{0.85}Sb_{0.15}$ bərk məhlulu ekstruziya materialının alınma texnolgiyasının fiziki əsasları işlənmiş və bu material əsasında müxtəlif şəraitlərdə etibarlı işləyə bilən elektron çevricilərin hazırlanmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Tagiyev M. M. // Inorganic Materials. 2021. V.57. P. 113–118.
2. Иоффе А.Ф. // Полупроводниковые термоэлементы, М.-Л.: Наука, 1960, 186 с.
3. 3..Тагиев М.М. // Неорган. Материалы.1999. Т.35. №.9. С.1042-1044.
4. M.M. Tagiyev, Abdullayeva I. A // International Journal of Modern Physics B 2022.Vol. 36, No. 18, 2250103.

Аннотация

Исследованы электропроводность (σ), коэффициенты термо-эдс (α), Холла (R_x) и теплопроводности (χ) немодифицированных и модифицированных 0,5 мас.% ZrO_2 экструдированных образцов твердого раствора $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ в интервале ~77÷300К и напряженности магнитного поля до ~$74x10^4$ А /м. Выяснено, что при введении в $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ 0,5 мас.% ZrO_2, фононная часть теплопроводности при ~77К уменьшается, что приводит к повышению добротности до $\sim 6,4 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ данного материала, применение которого значительно улучшает параметры низкотемпературных термоэлектрических преобразователей на их основе.

Abstract

The electrical conductivity (σ), thermo-emf (α), Hall (R_H) and thermal conductivity (χ) coefficients of unmodified and modified with 0.5 wt.% ZrO_2 extruded samples of the $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ solid solution were studied in the range of ~77 ÷300K and magnetic field strength up to ~$74x10^4$ A/m. It was found that when 0.5 wt.% ZrO_2 is introduced into $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$, the phonon part of the thermal conductivity at ~77K decreases, which leads to an increase in the quality factor to $\sim 6.4 \times 10^{-3} K^{-1}$ of this material, the use of which significantly improves parameters of low-temperature thermoelectric converters based on them

ДАТЧИКИ ХОЛЛА НА ОСНОВЕ $In_{1-x}Ga_xSb$

Дамирова С. З.

Институт Физики Министерстве Науки и Образования

Ключевые слова: коэффициент Холла, электропроводность, подвижность, вольтовая чувствительность, $In_{1-x}Ga_xSb$

Açar sözlər: Holl əmsalı, elektrik keçiriciliyi, yürüklük, volt həssaslıq, $In_{1-x}Ga_xSb$

Keywords: Hall coefficient, electrical conductivity, mobility, volt sensitivity,$In_{1-x}Ga_xSb$

В работе анализирована возможность создания датчика Холла на основе твердых растворов $In_{1-x}Ga_xSb$. Показано, что датчики созданные на основе $In_{1-x}Ga_xSb$, обладают большой чувствительностью и оптимальными значениями коэффициента передачи по напряжению, по сравнению с другими датчиками. Это дает возможность изготовления датчиков Холла на основе $In_{1-x}Ga_xSb$ для градуировки магнитного поля в разных технических устройствах.

Введение. Гальваномагнитные эффекты привлекают внимание в связи с тем, что на их основе возможно создание ряда устройств и приборов, обладающих ценными свойствами. Решение прикладных проблем выдвигает необходимость изучения свойств полупроводниковых материалов с большой подвижностью носителей заряда [1].

Постановка задачи. Одним из направлений применения датчиков, работающих на эффекте Холла, является создание датчиков э.д.с. Холла, на основе которых работают устройства для операции умножения двух электрических величин, устройства для считывания магнитных записей, измерения электрического тока и др.

В отличие от механических и оптических датчиков, датчики Холла обладают важным преимуществом – они практически нечувствительны к механическим воздействиям и изменению параметров окружающей среды, при этом обеспечивают минимизацию стоимости готового решения. Линейные датчики Холла характеризуются двумя параметрами – чувствительностью и линейностью в заданном диапазоне рабочих температур [2-3].

Метод испытания. С точки зрения технического использования гальваномагнитных явлений, полупроводниковые вещества должны удовлетворять некоторым качественным требованиям и обладать достаточными для практических целей физическими характеристиками [3].

Основные требования к полупроводникам при использовании эффекта Холла таковы:

Сохранение линейного характера зависимости э.д.с. Холла от индукции магнитного поля;

1. Слабая зависимость коэффициента Холла и сопротивления полупроводника от индукции магнитного поля и температуры;
2. Простота изготовления и достаточная механическая прочность образцов.

Датчики Холла характеризуются, в основном, коэффициентом передачи по напряжению, который выражается формулой [1]:

$$\eta = \frac{V_{вых}}{V_{вх}}$$

Известно, что коэффициент Холла R определяется выражением $R = \frac{A}{en}$ (n-концентрация носителей заряда, A-Холл фактор носителей). При сильном вырождении A=1, тогда, принимая ряд допущений, получим

$$\eta = 0.25\ \mu^2 B^2 \cdot 10^{-16}$$

где (μ–подвижность электронов, B- индукция магнитного поля, выраженная в Гс). Видно, что коэффициент передачи по мощности, т.е. $\eta \sim \mu^2$.

Не менее важным является коэффициент чувствительности (вольтовая чувствительность), который определяется отношением:

$$\gamma_{max} = \frac{E_x}{B}$$

E_x- напряженность Холловского поля), γ_{max} в развернутом виде зависит от $\sqrt{\frac{\mu_n}{n}}$.

В [2] показано , что $\gamma \sim \sqrt{\frac{\mu_n}{n}}$. Таким образом материалы с большой подвижностью электронов и минимальной концентрацией, слабо зависящей от температуры, обладают лучшими свойствами для практического применения.

У большинства датчиков Холла коэффициент передачи по мощности с увеличением температуры заметно падает. Это связано с тем, что постоянная Холла и коэффициент передачи по току у этих датчиков в рабочей области температур с увеличением температуры падает, а входное сопротивление, как правило, возрастает.

Согласно выше изложенному, датчики Холла, изготовленные из германия и кремния работают в узком рабочем интервале температур и не удовлетворяют ряду требований предъявляемым датчикам Холла.

Во многих случаях требуются, датчики Холла с положительным коэффициентом передачи по напряжению.

Применение датчиков Холла с положительным температурным коэффициентом, вероятно в состоянии устранить многие трудности, возникающие в сложных электротехнических и радиотехнических устройствах.

Экспериментальные данные и их обсуждение. Предлагаемый нами легированный теллуром эквимолярный состав твердого раствора $In_{0.5}Ga_{0.5}Sb$ обладает в широком температурном интервале положительным температурным коэффициентом передачи по напряжению благодаря сложной зонной структуры зоны проводимости [4].

Датчики Холла, изготовленные из $In_{1-x}Ga_xSb$ (x=0,5) по термостабильности сравнимы с датчиками из $In_{1-x}Ga_xAs$ (x=0,25); обладают достаточной преимущественной чувствительностью, положительным температурным коэффициентом постоянной Холла, вследствии чего коэффициент передачи по напряжению растет с увеличением температуры.

Заключение. Положительное значение коэффициента передачи по напряжению у датчиков Холла из $In_{1-x}Ga_xSb$ (x=0.5) позволяет объеденить пары датчиков Холла параллельно по токовому каналу и последовательно по каналам выходных сигналов с датчиком из сплава $In_{1-x}Ga_xAs$ (x=0.25), что позволяет получить не зависящую от температуры выходной Холловский сигнал. Такое объединение датчиков с положительными и отрицательными коэффициентами передачи по напряжению дает возможность создать датчик с не зависящим от температуры нулевым Холловским сигналом, работающим в интервале температур от 80 К до 440К.

Это дает возможность создать на основе датчиков Холла из $In_{1-x}Ga_xSb$ сенсоры для градуировки магнитного поля в различных устройствах.

Ədəbiyyat

1. Б.М. Аскеров. "Кинетические эффекты в полупроводниках", Издат. "Наука", 1970.
2. И.Волошин, М.Дорошевич,Н.Каранчецева, А. Касперович, В. Куприновъ, Н.Тюшкевич. «Полупроводники и их применение в технологии» Минск ,1963.
3. F.C. Morin, Y.P. Marta, Phys.Rev., 98, 28, 1954.
4. С.А. Зейналов, Ф.Ф. Алиев, С.З. Дамирова, Б.А. Таиров. Закон дисперсии и механизм рассеяния носителей заряда в $In_{1-x}Ga_xSb$, легированных Zn. ФТП, 2010, т.44, в.9. 1185-1188.

Xülasə

Tədqiq olunan işdə $In_{1-x}Ga_xSb$ bərk məhlulları əsasında Holl sensorunun yaradılması imkanı təhlil edilib. $In_{1-x}Ga_xSb$ əsasında yaradılan sensorların digər sensorlarla müqayisədə böyük həssaslığa və gərginlik ötürmə əmsalının optimal dəyərlərinə malik olduğu göstərilir. Bu müxtəlif texniki cihazlarda maqnit sahəsini bitirmək üçün $In_{1-x}Ga_xSb$ əsaslı Holl sensorlarının istehsalına imkan verir.

Summary

The paper analyzes the possibility of creating a Hall sensor based on $In_{1-x}Ga_xSb$ solid solutions. It is shown that sensors based on $In_{1-x}Ga_xSb$ have high sensitivity and optimal values of the voltage transmission coefficient compared to other sensors. This makes it possible to manufacture Hall sensors based on $In_{1-x}Ga_xSb$ for magnetic field calibration in various technical devices

AZIMUTHAL SCATTERING OF NUCLEON AT HIGH ENERGIES

As. Pr. Afandiyeva I. G., Sen.Lec. Ahmedov R. A.
Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku

Key words: scattering amplitude, cross section, polarization, scattering azimuthal asymmetry coefficient.

Introduction

The polarization effect is a consequence of the fact that the nuclear interaction can be represented as a complex spin-dependent potential. When unpolarized nucleons pass through a nucleus, in directions where the interaction cross section is smaller, polarization of nucleons will be observed in this direction. The analysis shows that, if interaction nucleons with nucleus depend on the spin and the polarization of nucleon and target will be different from each other. As a result of the spin dependence, the scattering interaction cross section can depend on the polarization of the interacting systems.

In this article, we will consider the polarization function and azimuthal scattering of nucleon at high energies.

The expression for the azimuthal scattering

For the high- energy scattering we will considered only nuclear potential, and don't consider magnetic interaction. To determine the polarization, it is necessary to determine the scattering amplitudes using the unitarity condition.

The scattering amplitude operator has the following general form [1]:

$$f(E,\theta) = A(E,\theta) + B(E,\theta)(\vec{n}\cdot\vec{\sigma}), \tag{1}$$

where $\vec{n}$ is the unit vector of the normal to the scattering plane. In (1), the first term corresponds to the interaction that does not depend on the spin, and the second term corresponds to the interaction that causes spin reorientation. The explicit form of the functions $A(E,\theta)$ and $B(E,\theta)$ is determined by the specifics of the interaction.

Taking into account the spin-orbit interaction, in the Born approximation, in the momentum representation $A(E,\theta)$ and $B(E,\theta)$ has the following form:

$$A(k',k,\theta) = \frac{i}{2}\frac{\hbar^2 k^2}{\mu^2 c^2}\sin\theta \int dr \exp\left[-i(\mathbf{k}-\mathbf{k}')r\right] V(r), \tag{2}$$

$$B(k,k',\theta) = -\frac{ik}{2\pi}\int dr \exp\left[i(\mathbf{k}-\mathbf{k}')r\right]\left(\frac{\hbar}{mc}\right)^2 \frac{1}{r}\frac{dV}{dr}dr. \tag{3}$$

The differential scattering cross section is given by the formula

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = |<\Psi_f^*|f(E,\theta)|\Psi_i>|^2 = |A(E,\theta)\delta_{if} + <\Psi_f^*|\vec{n}\vec{\sigma}|\Psi_i>|^2. \tag{4}$$

Let us assume that the incident particle is in a state with a certain value of the spin projection m_s onto the z axis. In this case, the polarization vector of scattered particles is equal to

$$P = \frac{< \Psi^*_{m_s} \left| f^* \hat{\sigma} f \right| \Psi_{m_s} >}{< \Psi^*_{m_s} \left| f^* f \right| \Psi_{m_s} >} . \tag{5}$$

Let now different values of m_s be represented in the incident beam with the same probabilities, i.e. the polarization vector of bombarding particles is equal to zero. In this case, to calculate the polarization vector P of scattered particles, it is necessary to average the vector P_{ms}, taking into account the equal statistical weights of different projections of the spin m_s in the initial state:

$$P^{(0)} = \frac{2\,\mathrm{Re}(A^*(E,\theta)B(E,\theta))}{|A(E,\theta)|^2 + |B(E,\theta)|^2} \vec{n} . \tag{6}$$

So, as a result of the scattering of an initially unpolarized particle with spin s = 1/2 on spinless nucleus, generally speaking, the particle are polarized. It depends on the particle energy E and the scattering angle θ. In this case, the polarization vector P is always directed perpendicular to the scattering plane, and its absolute value depends significantly on the value of $\mathrm{Re}\,(A^*(E,\theta)B(E,\theta))$. The polarization effect essentially depends on the relative phase of the amplitudes $A(E,\theta)$ and $B(E,\theta)$ and vanishes if one of them is equal to zero.

The scattering of partially polarized particles is azimuthally asymmetric; the condition for the occurrence of azimuthal asymmetry is the presence of interference between the scattering amplitudes $A(E,\theta)$ and $B(E,\theta)$:

$$\mathrm{Re}\left[A^*(E,\theta) \cdot B(E,\theta)\right] \neq 0 . \tag{7}$$

Let the matrices

$$\hat{\rho}_i = \frac{(1 + \vec{P}_i \hat{\sigma})}{2} , \tag{8}$$

characterize the spin state of the particles before and after the collision. According to the general rules, the density matrix of the final state f can be expressed in terms of the density matrix of the initial state i by the formula

$$\rho_f = \hat{f} \rho_i \hat{f}^+ . \tag{9}$$

It is seen from (11) that the component of the polarization vector of incident particles lying in the scattering plane does not make any contribution to the scattering.

The differential scattering cross section of particles, regardless of their polarization in the final state, is given by [2]

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = Sp \hat{f} \rho_i \hat{f}^+ . \tag{10}$$

Considering (10) and (8) we obtain

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = |A(E,\theta|^2 + |B(E,\theta|^2 + 2\,\mathrm{Re}\left[A^*(E,\theta) \cdot B(E,\theta\right](\vec{n}\vec{P}_i) . \tag{11}$$

It can be seen from it that the scattering of partially polarized particles is, azimuthally asymmetric.

The value of the azimuthal scattering symmetry is related to the polarization. Azimuthal asymmetry is extracted from spin-dependent cross sections. The scattering azimuthal asymmetry coefficient has the following form:

$$A(E,\vec{P}_i) = \vec{P}^{(0)} \vec{P}_i = \frac{2\,\mathrm{Re}(A^*(E,\theta)B(E,\theta)}{|A(E,\theta)|^2 + |B(E,\theta)|^2} (\vec{n}\vec{P}_i) . \tag{12}$$

Taking into account the general form of the density matrix (10), we obtain an expression for the polarization vector of scattered particles:

$$P_f = \frac{\vec{P}^{(0)} \dfrac{\left|A(E,\theta)^2\right|\vec{P}_i + \left|B(E,\theta)\right|^2 (\vec{n}\vec{P}_i)\vec{n}}{\left|A(E,\theta)^2\right| + \left|B(E,\theta)\right|^2}}{1 + A(E,\vec{P}_i)}. \quad (13)$$

The polarization sign depends on the value of the incident particle energy. Depending on the energy, there is interference from positive and negative scattering angles and this affects the sign of polarization. It is of interest to study polarization for individual energy regions. This can monitor the change in the polarization sign.

Conclusion

Polarization effects are important of studying the structure of particles. The studying shows that studies of nucleon polarization can illuminate some aspects of nuclear structure, since the polarization depends on the particular nucleus used as a target as well as upon the form of the interaction.

The selection of the potential involved in the spin-orbital interaction plays a major role in the calculation of the effective cross section and also the polarization vector [3]. If the optical potential is chosen, optical model potential parameters only from the analysis of the angular distributions of the elastic scattering, in principle, are not feasible because the elastic scattering of particles is determined not only potential scattering. Therefore, it is necessary to use more realistic potentials.

References

1. R.A Ahmedov. Cumhuriyet University Faculty of Science Science Journal (CSJ), 2016, Vol. 37, p. S56-S58 ISSN: 1300-1949.
2. S. G. Abdulvahabova, I.G. Afandiyeva. Journal of Qafgaz University. Physics. 2015, V.3, N.1: 57-61.
3. B.Blum Kand and B. Lohmann. Phys. Rev. Lett. 2016. 116 033201. doi:10.1103/PhysRevLett.116.033201.

Резюме

Исследовано азимутальное рассеяние нуклонов при высоких энергиях. Анализ свойств азимутальной симметрии позволяет установить ряд важных особенностей процесса рассеяния. В частности, явление поляризации частиц при рассеянии находит достаточно полное объяснение в рамках теоретического рассмотрения, основанного на анализе только свойств инвариантности амплитуды рассеяния.

Xülasə

Yüksək enerjilərdə nuklonların azimutal səpilməsi tədqiq edilmişdir. Azimutal simmetriyanın xassələrinin təhlili səpilmə prosesinin bir sıra mühüm xüsusiyyətlərini müəyyən etməyə imkan verir. Xüsusilə, səpilmə zamanı hissəciklərin polyarlaşma hadisəsi yalnız səpilmə amplitudunun invariantlıq xassəsinin təhlilinə əsaslanan nəzəri mülahizə çərçivəsində kifayət qədər dolğun izahat tapır.

ANALYTICAL SOLUTIONS OF THE KLEIN-FOCK-GORDON EQUATION FOR THE SUM OF DENQ-FAN AND RING-SHAPED LIKE POTENTIAL

D.Ph.Ph. Aliyeva T. H.[1], D.Ph.Ph. Dadashov E. A.[2]
[1]Institute for Physical Problems, Baku State University,
aliyevataranah@gmail.com
[2]Department of Chemistry and Physics, Lankaran State University,
elnurdadashov82@mail.ru

Açar sözlər: Kleyn-Fok-Qordon tənliyi, Nikiforov-Uvarov metodu, Denq-Fan və halqavari potensiallar

Keywords: Klein-Fock-Gordon equation, Nikiforov-Uvarov method, Denq-Fan and ring-shaped potentials.

Ключевые слова: Уравнение Клейна-Фока-Гордона, метод Никифорова-Уварова, потенциал Денга-Фана и кольцеподобный потенциал

1. INTRODUCTION

For a long time, quantum mechanics has grown from the advanced theory to the separate branch of physics. A study of precisely solvable problems for physical potentials is still important for it [1]. Will be helpful noted that central potential describe quantum system in the radial direction, but noncentral potential is describe quantum system in the azimuthal region. The combined noncentral potential keep a more information regarding the central potential and give us for getting the better results about quantum mechanical system. Analytical solution of KFG equation for non-central potential widely studied in Refs [2, 3]. We attempt the investigation Denq-Fan plus ring-shaped potential within KFG equation. The Denq-Fan oscillator potential is a simple potential model for diatomic molecules. It has the correct physical boundary conditions at $r=0$ and $r=\infty$. It is defined by [4]

$$V(r)=D\left(1-\frac{e^{\alpha r_e}-1}{e^{\alpha r}-1}\right)^2 \tag{1}$$

where D as the dissociation energy, r_e for the equilibrium bond length and α for the potential range. The shifted Deng-Fan potential is of the following form:

$$V(r)=D\left(\frac{(e^{\alpha r_e}-1)^2}{(e^{\alpha r}-1)^2}-\frac{2(e^{\alpha r_e}-1)}{e^{\alpha r}-1}\right)^2. \tag{2}$$

The combined potential considered in this study is obtained as a linear combination of the Denq-Fan potential with the ring-shaped potential in the form:

$$V(r,\theta)=D\left(\frac{(e^{\alpha r_e}-1)^2}{(e^{\alpha r}-1)^2}-\frac{2(e^{\alpha r_e}-1)}{e^{\alpha r}-1}\right)^2+\frac{\beta'+\beta\cos\theta}{r^2\sin^2\theta}. \tag{3}$$

Here β and β' are strictly positive constants.

2. The Solution of Radial Klein-Fock-Gordon Equation

We are well aware that in relativistic quantum mechanics, the dynamics of the spin of zero particles is described by the Klein-Fock-Gordon equation. For the scalar $S(\vec{r})$ and vector $V(\vec{r})$, potentials, the KFG equation in atomic units $(\hbar=c=1)$ in the spherical system of coordinates has the form [1]

$$[-\nabla^2 + (M + S(\vec{r}))^2]\psi(r,\theta,\varphi) = [E - V(\vec{r})]^2\psi(r,\theta,\varphi), \tag{4}$$

where M – is the rest mass of a scalar particle, and E – is the energy of a relativistic particle. For simplicity, in Eq. (4) we consider that the scalar potential is equal to the vector potential $S(\vec{r}) = V(\vec{r})$. Then obtain:

$$\left[\nabla^2 + E^2 - M^2 - 2(E+M)V(r) - 2(E+M)\frac{f(\theta)}{r^2}\right]\psi(\vec{r}) = 0. \tag{5}$$

This equation in the spherical system of coordinates admits separation of variables. Therefore, the wave function $\psi(\vec{r})$ can be written as

$$\psi(\vec{r}) = \frac{\chi(r)}{r}\Theta(\theta)\Phi(\varphi). \tag{6}$$

After substitution of function (6) into Eq. (5), the following system of the second order differential equations is obtained:

$$\chi''(r) + \left[E^2 - M^2 - 2V(r)(E+M) - \frac{\lambda}{r^2}\right]\chi(r) = 0, \tag{7}$$

$$\Theta''(\theta) + \cot\theta \cdot \Theta'(\theta) + \left[\mu - \frac{m^2 + 2(E+M)(\beta' + \beta\cos\theta)}{\sin^2\theta}\right]\Theta(\theta) = 0, \tag{8}$$

where λ and m are separation constants. To analytically solve Eq. (8) for the case $\lambda \neq 0$, we apply a special approximation to the centrifugal potential. After applying the special aproximation in Eq.(7), then we get

$$\chi''(r) + \left[\varepsilon^2 - \gamma D\left(1 - \frac{\sigma(1+e^{-2\alpha r})}{(1-e^{-2\alpha r})}\right)^2 - \frac{4\alpha^2\mu e^{-2\alpha r}}{(1-e^{-2\alpha r})^2}\right]\chi(r) = 0. \tag{9}$$

For applying the NU method [5] the solution of the Eq. (9) we introduce a new variable as, $s = e^{-\alpha r} \in [0,1]$ for $r \in [0,\infty)$. Thus, we find an analytical expression for the energy eigenvalues in the form:

$$M^2 - E^2 = -$$

$$\alpha^2\left[\frac{\beta^2 - n^2 - l(l+1) - l(l+1) - (2n+1)\left(1 + 2\sqrt{\eta^2 + (l+\frac{1}{2})^2}\right)}{(2n+1) + \sqrt{\eta^2 + (l+\frac{1}{2})^2}}\right]^2 - l(l+1)d_0\alpha^2. \tag{10}$$

For radial wave function $\chi_{nl}(r)$ in terms of Jacobi polynomial as:

$$\chi_{nl}(r) = C_{nl}e^{\sqrt{L}\alpha r}(1-s)^K P_n^{(2\sqrt{L},2K-1)}(1-2s). \tag{11}$$

3. The Solution Angular Part of Klein-Fock-Gordon Equation

The eigenvalues and the eigenvectors of the azimuthal part of the KFG equation depending on the azimuthal angle in Eq. (8) were also obtained by the NU method. Introducing a new variables $z = \cos\theta$ and $\gamma = 2(E+M)$ and putting this into Eq. (8) yields

$$\Theta''(z) - \frac{2z}{1-z^2}\Theta'(\theta) + \frac{1}{(1-z^2)^2}[\mu(1-z^2) - m^2 - \gamma(\beta' + \beta z)]\Theta(z) = 0. \tag{12}$$

After applying the NU method to Eq. (12) we obtain: $l = N + \xi$. Thus, after inserting this into equation (10), we directly obtain the energy spectrum for the combined Denq-Fan plus the ring-shaped potential in this form

$$M^2 - E^2 = -\alpha^2 \left[\frac{\beta^2 - n^2 - (N+\xi)(N+\xi+1) - (2n+1)\left(1 + 2\sqrt{\eta^2 + (N+\xi+\frac{1}{2})^2}\right)}{(2n+1) + \sqrt{\eta^2 + (N+\xi+\frac{1}{2})^2}} \right]^2 - \tag{13}$$

$$-(N+\xi)(N+\xi+1)d_0\alpha^2.$$

Analogously, for the polar angle-dependent wave function obtain:

$$\Theta_n(z) = C_N (1-z)^{(B+C)/2} \cdot (1+z)^{(B-C)/2} P_N^{(B+C,B-C)}(z). \tag{14}$$

References

1. Greiner W. Relativistic Quantum Mechanics, 3ed. edition Berlin, Springer, 2000.
2. A.I. Ahmadov, C. Aydin and O. Uzun. Int. J. Mod. Phys. A29, 1450002 (2014).
3. A.I. Ahmadov, Sh.M. Nagiyev, M.V. Qocayeva, K. Uzun and V.A. Tarverdiyeva. Int. J. Mod. Phys. A Vol. 33, 1850203 (2018).
4. Z.H. Denq and Y.P. Fan, Journal of Shandong University (Natural Science), vol. 1, 1957.
5. Nikiforov A.F., Uvarov V.B. Special Functions of Mathematical Physics, (Birkhäuser, Basel 1988).

Xülasə

Bu işdə skalyar potensialın vektor potensialına bərabər olduğu hal üçün Nikiforov-Uvarov metodu ilə Denq-Fan və halqavari potensialın cəmi üçün Klein-Fok-Qordon tənliyi analitik şəkildə həll edilmişdir. Enerji səviyyələri və normallaşdırılmış məxsusi funksiya üçün orbital kvant ədədinin ixtiyari qiymətləri üçün ortoqonal çoxhədlərlə ifadə olunan analitik ifadələr tapılmışdır. Mərkəzdənqaçma potensialında meydana çıxan sinqulyarlıq xüsusi yaxınlaşma ilə aradan qaldırılmışdlr. Sistemin enerji spektri və normallaşdırılmış dalğa funksiyası yığcam və qapalı formada təyin edilmişdir.

Резюме

В данной статье при условии, что скалярный потенциал равен векторному получены решения уравнения Клейна-Фока-Гордона для потенциала Денга-Фана плюс кольцеобразный потенциал методом Никифорова-Уварова. Вычислены уровни энергии и получены соответствующие нормированные собственные функции через ортогональные полиномы для произвольных l состояний. Было использовано созданное приближение для решения проблемы, связанной с центробежным членом. Энергетический спектр системы и нормированная волновая функция представлены в компактной и замкнутой форме.

HAVADA BARYER BOŞALMADA BAŞ VERƏN ELEMENTAR PROSESLƏR

F.r.e.n. Davudov B. B., F.e.d. Hüseynov T. X.
Bakı Dövlət Universiteti, Bakı
dbenyameddin@gmail.com, htarlan@mail.ru

Açar sözlər: birbaryerli boşalma, ikibaryerli boşalma, qeyri-elastiki toqquşmalar, elementar proseslər, üçqat proseslər, yükötürmə prosesi.

Ключевые слова: одно барьерный разряд, двух барьерный разряд, неупругие столкновения, элементарные процессы, тройные процессы, процесс переноса заряда.

Keywords: one-barrier discharge, two-barrier discharge, inelastic collisions, elementary processes, triple processes, charge transfer process.

Məlum olduğu kimi, ozonatorların iş prinsipi bir və ya ikibaryerli elektrik boşalmalarına əsaslanır. Bu növ elektrik boşalmalarında baş verən fiziki-kimyəvi proseslər çox mürəkkəbdir və hələ də tam öyrənilməmişdir [1-3].

Baryer boşalmasında baş verən kimyəvi reaksiyalarda müxtəlif növ yüklü zərrəciklərin rolu boşalmanın parametrlərindən və xarici şəraitdən asılıdır. Baryer boşalmasının baş verdiyi yüksək təzyiqlərdə ionların sərbəst qaçış yolu kiçik olduğuna görə ionların temperaturu molekulların temperaturundan az fərqlənir və ionlar özlərini elə molekullar kimi aparır. Belə şəraitdə ionlar aktiv olmadığına görə yükötürmə prosesində əsas etibarı ilə sərbəst elektronlar aktiv rol oynayır.

Təqdim etdiyimiz işdə baryer boşalması plazmasında baş verən bütün elementar proseslər araşdırılımışdır. Əsasən, sərbəst elektronların oksigen molekulları ilə qeyri-elastiki toqquşmalarına diqqət yetirilmişdir.

1. Elektronların oksigen (O_2) molekulları ilə qeyri-elastiki toqquşmaları aşağıdakı reaksiyalarla təsvir edilir:

$$e + O_2 \rightarrow O_2^* + e.$$

Burada * - işarəsi elektronla həyəcanlaşmış molekulu göstərilir.

2. Həyəcanlaşmış oksigen molekulları öz enerjilərini ya neytral oksigen molekulları ilə toqquşmalarda:

$$O_2^* + O_2 \rightarrow 2O_2,$$

və ya digər elementin molekullarının rəqsi həyəcalaşmasına sərf edə bilər:

$$O_2^* + N_2 \rightarrow O_2 + N_2^*.$$

Həyəcanlaşmış oksigen molekullarının dehəyacanlaşma prosesi isə şüalanma ilə baş verə bilər:

$$O_2^* \rightarrow O_2 + h\nu$$

3. Atomların və ya molekulların elektron zərbəsi ilə ionlaşması:

$$e + O \rightarrow O^+ + 2e,$$

$$e + O_2 \rightarrow O_2^+ + 2e.$$

Baxdığımız həmin proseslərin effektiv kəsiyi qazların məlum kinetik kəsiyi ilə müqayisədə iki-üç tərtib yüksək olur.

4. Elektronun oksigen molekulu tərəfindən dissosativ zəbt olunması:

$$e + O_2 \rightarrow (O_2^-)^* \rightarrow (O^-)^* + O \rightarrow O^- + O.$$

Baxılan qeyri-elastiki toqquşma nəticəsində yaşama müddəti qısa olan həyəcanlaşmış ionlar yaranır [4] . Nüvələr arasındakı məsafənin verilmiş qiymətində, əgər hərəkət edən elektronun enerjisi mənfi ionla molekul arasındakı potensiallar fərqinə bərabərdirsə, onda elektron zəbt oluna bilər. Baxılan proseslərin effektiv kəsiyi O_2 molekulunun kinetik kəsiyi ilə müqayisə oluna bilər. Həmin reaksiyalar nəticəsində (O^-) mənfi ionlar əmələ gəlir. Oksigen molekulu tərəfindən elektronun zəbt olunması reaksiyasının maksimal effektiv kəsiyi

elektronun 6,7 eV enerjisinə uyğun gəlir. Bu halda O_2 molekulunun dissosasiyasına 5,1 eV enerji düşür.

Elektronun zəbt olunması prosesi oksigen molekulunun dissosasiya olunmamış halında baş verə bilər:

$$e + 2O_2 \rightarrow O_2^- + O_2.$$

Bundan başqa, oksigen molekulu üç qat toqquşma nəticəsində də elektronu zəbt edə bilər:

$$e + O_2 + M \rightarrow O_2^- + M.$$

Burada M – üçüncü zərrəcikdir. Plazmada mövcud olan ixtiyari zərrəcik üçüncü zərrəcik ola bilər. Plazmada həmin proseslərin baş vermə ehtimalı kifayət qədər yüksəkdir.

5. Elektron zərbəsi ilə oksigen molekulunun dissosasiyası:

$$e + O_2 \rightarrow O^* + O + e,$$
$$e + O_3 \rightarrow O^* + O_2 + e.$$

Sonuncu proseslərin effektiv kəsikləri qazların kinetik kəsiyklərinə uyğundur: $\sigma = 10^{-15}$ cm^2.

Elektronların enerjisi 17 eV-u aşdıqda reaksiya nəticəsində oksigen ionları yaranır:

$$e + O_2 \rightarrow O^+ + O^- + e.$$

Qeyd edək ki, O_2^- ionları adətən, oksigen molekulları enerjiləri 5 eV-dan kiçik olan elektronlarla toqquşduqda yaranır [4].

Reaksiyalar nəticəsində mənfi yüklü oksigen ionlarının yaranması ilə yanaşı plazmada zərbə ionlaşması nəticəsində elektronların dissosiativ zəbt olunmasını və

$$O^- + O_2 \rightarrow O + O_2, + e,$$

reaksiyası nəticəsində yüksüzləşməsini də nəzərə almaq lazımdır.

İndi də atomların, molekulların və ionların toqquşmaları nəticəsində baş verən elementar proseslərə baxaq. Müxtəlif şəkilli toqquşma proseslərinin spektrindən, ancaq ozonun yaranmasında iştirak edən oksigen atomlarının, molekullarının və ionların spektrlərinə diqqət yetirək.

a) Oksigen molekulunun N_2-azot molekulu ilə toqquşması nəticəsində dissosiasiyası:

$$O_2 + N_2 \rightarrow 2O + N_2.$$

Bir oksigen molekuluna düşən orta dissosiasiya enerjisi 6 eV-a bərabərdir.

b) Azot molekulları ilə toqquşma nəticəsində oksigen atomunun və ya molekulunun ionlaşması:

$$O + N_2 \rightarrow O^+ + N_2 + e,$$
$$O_2 + N_2 \rightarrow O_2^+ + N_2 + e.$$

c) oksigen molekulunun rekombinasiyası:

$$O_2^+ + 2O_2 \rightarrow O_3^+ + O_3,$$
$$O_3^+ + O_3 + O_2 \rightarrow 2O_3 + O_2.$$

d) Müsbət ionlar və molekullar arasındakı rezonans yüksüzləşmə:

$$O^+ + N_2 \rightarrow NO^+ + N$$
$$N^+ + O_2 \rightarrow NO^+ + O.$$

Qeyd edək ki, atomar ionun molekula çevrilməsinin xarakterik müddəti ($\approx$ 0,01÷10 san), molekulyar ionların rekombinasiya müddətinə nisbətən daha tez baş verir.

e) Atom- molekul və ya molekul-molekul toqquşması:

$$O + O_2 \rightarrow O_3,$$
$$O_2 + O_2^* \rightarrow O_3 + O.$$

f) Qızma nəticəsində molekulun dissosasiyası:

$$g) \qquad O_2 + O_2^* \rightarrow O_3 + O.$$

T = 2050 K temperaturunda $O_2 \rightarrow 2O + O$.

1 mola düşən istilik eerjisi $\chi = 2{,}8 \cdot 10^4$ C/mol-a bərabərdir. Sonuncu reaksiyadan göründüyü kimi elektrik boşalmasında molekulun dissosiasiya etməsi üçün böyük enerji tələb olunur.

g) Üçqat toqquşma nəticəsində ozon molekulunun yaranması:

$$O_2 + O + N_2 \rightarrow O_3 + N_2.$$

Baxılan sonuncu reaksiya qazın yüksək temperaturlarında əks istiqamətdə gedə bilər.

Beləliklə, üçqat proseslərdə, əsasən oksigenin atom və molekulları iştirak edir. Üçüncü zərrəcik əvəzinə isə qaz qarışığında olan ixtiyari yüklü zərrəcik ola bilər. Baryer boşalmasında baş verən və yuxarıda araşdırılan elementar prosesləri ətraflı tədqiq etmədən parametrləri yaxşı olan ozon generatorlarını yaratmaq mümkün deyil.

Ədəbiyyat

1. Davudov İ.B., Mamedov N.A., Davudov B.B. et.al. / Congress on Energy, Ecology, Economy, September 1997, p.110-112.
2. Вольфович Ш.С., Геннадиевич С.А. Анализ электрического поля озонатора с бегущим барьерным разрядом в цилиндрической системе координат // Электротехнические комплексы и системы, Россия, 2015, № 4, т. 11, с. 5-11.
3. Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И. Гигиеническая оценка биоцидного действия озона при обеззараживании воды // Вода и экология: проблемы и решения, Россия, 2015, № 1, с.19-25.
4. В.В. Лунин, М.П. Попович, С.Н. Ткаченко. Физическая химия озона. Изд.-во МГУ, М. 2019, 540 стр.

Резюме

Исследованы элементарные процессы, происходящие при барьерном разряде в воздухе. Стало известно, что основную роль в процессах образования озона играет диссоциация молекул кислорода. Кроме того, необходимо учитывать процессы тройных столкновений. В тройных процессах в основном участвуют атомы и молекулы кислорода и произвольно заряженная частица в газовой смеси вместо третьей частицы.

Abstract

Elementary processes occurring during a barrier discharge in air have been studied. It became known that the main role in the processes of ozone formation is played by the dissociation of oxygen molecules. In addition, it is necessary to take into account the processes of triple collisions. The ternary processes mainly involve oxygen atoms and molecules and an arbitrary charged particle in the gas mixture instead of a third particle.

ВЛИЯНИЕ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ.

Д.ф.н.ф., Зейналов Ш.А., ас. Алекперов А.М., к.ф.м.н. Керимов Ф.Ш., д.ф.н.ф. Кулиева С. О.
Азербайджанский технический университет
alekperov.allahverdi@aztu.edu.az

Ключевые слова: Полиэтилен низкой плотности, поверхностный заряд, фенолоформальдегидная смола, электретные свойства

Key words: Low density polyethylene, surface charge, phenol-formaldehyde resin, electrical properties

Açar sözlər: Aşağı sıxlıqlı polietilen, səth yükü, fenol-formaldehid qatranı, elektret xassələri.

В настоящее время значительное внимание уделяется получению новых антистатических полимерных материалов с улучшенными диэлектрическими свойствами [1,2].Одним из наиболее доступных способов направленного изменения структуры полимеров приводящих к модификации их физических свойств, является введение в полимер небольших количеств различных веществ перед переработкой или в процессе переработки [3,4]. Вданной работе приводятся результаты исследования антистатических композиционных материалов, полученных на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) марки 15803-020 с молекулярной массой М-$8.45\cdot10^4$. В качестве добавки использовалась фенолоформальдегидная смола (ФС) (химическая формула [-СБНЗ(ОН)-CH_2 –In]. В исходное сырье ПЭНП путем механического смешивания вводили добавки в количестве 0,01-0,1% по массе. Образцы изготавливали в виде пленки толщиной 60-70 мкм прессованием на гидравлическом прессе в соответствии с ГОСТ12019-66. Образцы поляризовали отрицательной короной в течении 10мин и определяли их электретные характеристики при напряжении 6кВ посредством системы металических игл, расположенных вертикально на расстоянии 1см от поверхности образца. Электретную разность потенциалов определяли сразу же после поляризации компенсационным методом, а поверхностную плотностьзарядарассчитывали по формуле:

$$, \sigma_E = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 u_k}{d}$$

где ε - диэлектрическая проницаемость полимера,

d – толщина образца.

ε_0 –электрическая постоянная,

U_k- компенсирующее напряжение.

Из экспериментальных исследований установлено, что введение в ПЭНП оптимального количества, т.е 0,05масс % (ФС) сказалось хорошим антистатическим материалом ($\sigma=8\cdot10^{-9}$кл/м^2) при значении объемного удельного электрического сопротивления ρ_v = $3{,}5\cdot10^{16}$ Ом.м. Результаты исследований показали что начальное значение плотности поверхностного заряда (σ) у оптимально модифицированной пленки ПЭНП становится незначительным по сравнению с пленкой ПЭНП без добавки. После полного разрушения гомозарядов, плотность поверхностного заряда пленок ПЭНП и его оптимальной модификации достигся определенного значения, в дальнейшем в зависимости от длительности хранения, не меняется. Однако, и в этом

случае численное значение плотности заряда у оптимальной модифицированной пленки оказалось меньше, чем у пленок ПЭНП без добавки. Установленное уменьшение плотности поверхностного заряда полученной композиции объясняется образованием стабильной структуры ПЭНП вследствие повышения плотности упаковки на границе фаз компонентов [5]. Изучен также характер кинетики электрического разрушения ПЭНП и композиции на его основе. Испытание на электрическую прочность (время жизни) полученных пленочных композиций полиэтилена проводится по разработанной испытательной ячейке [6]. Значения электрической прочности $E_{пр}$ (τ =1сек) ПЭ от количества введенного (ФС) приведены в таблице

Таблица

Свойства/ материалы	Электрическая прочность, $E_{пр}$, кВ·мм$^{-1}$	δ =tg·10^4,f=1кГц, t=20^{0}C	ρ_v,Ом·м, t=20^{0}C
ПЭНП (без добавки)	140	5	1,3·10^{15}
ПЭНП+0,01масс% ФС	160	4	4,1·10^{14}
ПЭНП+0,1 масс%ФС	150	4	2,1·10^{13}

Из таблицы видно, что предложенная композиция имеет достаточно высокую электрическую прочность по сравнению с ПЭНП без добавки т.е. порядка 20%.

Изучены также температурные зависимости удельного объемного электрического сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь пленок ПЭНП и композиций на его основе.

Тангенс угла диэлектрических потерь пленки ПЭНП и его композиции измерялись с помощью автоматического моста Е8-4 на частоте 1 кГц в интервале температур 300-500К.

Удельное объемное электрическое сопротивление определялись с помощью тераомметра Е6-13А в интервале температур 300-500К при линейном нагреве со скоростью 3 град/мин. Значение электрофизических свойств ПЭНП и его композиции приведены также в таблице.

Из таблицы видно, что предложенная композиция обладает относительно пониженное диэлектрическое потерь и повышенное удельное объемное электрическое сопротивления. Как видно из экспериментальных исследований для пленочных модификаций на основе ПЭНП улучшение электрофизических свойств связано вероятно тем, что добавки, введенные в состав ПЭНП оказывают влияние на кинетику кристаллизации, значительно увеличивают плотность упаковки макромолекул [7]. В результате этого в полимерных цепях возрастает молекулярное взаимодействие и затрудняется движение кинематических сегментов, т.е. часть примесных полярных радикалов теряет подвижность, попадая в кристаллические области.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности применения низкомолекулярного органического вещества ФС в ПЭНП для получения антистатического полимерного материала с улучшенными технологическими и электрическими свойствами.

Литература

1. Касперович А.В., Касперович О.М., Петрушеня А.Ф., Ленартович Л.А. Изучение свойств наполненных полимерных композиций на основе полиэтилена. Минск 9 БГТУ, 2017.

2. Настеров А.А., Макарова Л.Е., Москалев В.А., Вахрушева Ю.Н. Электрические свойства композиционных материалов на основе натурального графита и полиэтилена. Журнал «Современные проблемы науки и образований» г. Пермь 2014 №6, стр.156
3. Эмануэль Н.М., Бураченко А.Л. Химическая физика старение и стабилизация полимеров. М. Наука, 2002, стр.120
4. Лушейкин Г.А. Полимерные электреты. М.Химия. 2018, Файл формат. djvu.с.184
5. Lewis, T.J. Charge transport in polyethylene nano dielectrics. IEEE Electr. Insul. Mag. 2014, 21, 497–502
6. Э.М.Годжаев, А.А.Абдуррагимов, Ф.Ш.Керимов, С.И.Сафарова Исследование электрической прочности модифицированного ПЭВД при одновременном воздействии механических и электрических силовых полей. АзТУ Журнал Научные труды фундаментальной науки, Баку-2018, №2, ст.56-59
7. 7. Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н. и др. Основы технологии переработки пластмасс. // М., «Химия», 2004

Abstract

In this work, the influence of the organic additive of phenol-formaldehyde resin in a small amount on the density of surface charge accumulation, as well as on the dielectric properties of low-density polyethylene films of grade 10803-020, was studied.
.

Xülasə

Bu işdə az miqdarda fenol-formaldehid qatranının üzvi əlavəsinin səth yükünün yığılmasının sıxlığına, həmçinin 10803-020 markalı aşağı sıxlıqlı polietilen plyonkaların dielektret xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.

MÜXTƏLİF SÜRƏTLƏNDİRİCİ POTENSIALLAR HALINDA $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ MONOKRİSTALLARI ÜÇÜN RENTGENOKEÇİRİCİLİK ƏMSALININ ŞÜALANMA İNTENSİVLİYİNDƏN ASILILIĞI

dos. Rüstəmov V.C., Mövsümova İ. M.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: spektral xarakteristika, rentgenokeçiricilik, teflon izolyasiyalı termocüt, fotohəssaslıq

Ключевые слова: спектральные характеристики, рентгеновская проводимость, термопара с тефлоновой изоляцией, фоточувствительность.

Key words: spectral characteristic, X-ray conductivity, Teflon insulated thermocouple, photosensitivity, single crystal.

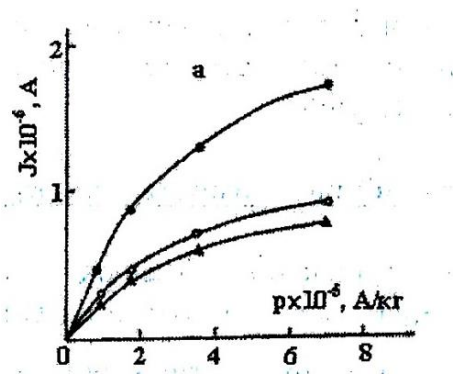
$TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ kristalından hazırlanmış nümunənin xüsusi müqaviməti $\sim 10^4 Om \cdot sm$ tərtibindədir. Şüalanmadan əvvəl və sonra müqavimətlər nisbəti $R_1|R_2 = 15 \div 2$ intervala düşür. $T = 290^0 K$ - də ağ işıqla $50Lm$ işıqlanma halında xüsusi həssaslıq $K_{x \cdot h} = (10^3 - 10^4) \cdot 10^5 \frac{1}{Lm}$ intervalına düşür. Bu məlumatlar nümunəyə $20V$ gərginlik verdikdə qaranlıq cərəyan üçün volt – amper xarakteristikasının olmasına gətirir. Belə halın alınması qeyri – optik kontaktla və ya $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ kristalının xassəsi ilə bağlıdır.

Nümunədə gərginliyi $40V - a$ qədər, temperaturu 258 K-dən 328 K-ədək artırdıqda və verilmiş dozalarda rentgen şüalarının gücü $P = 9 \cdot 10^{-5} \mathrm{A}|lm$ sabit qaldıqda bütün tədqiqat müddətində rentgenokeçiricilik və xüsusi həssaslıq aşağı düşür.

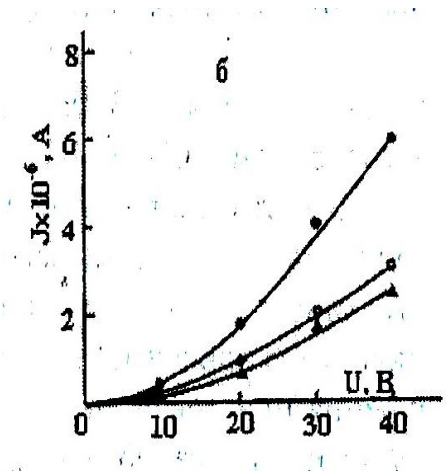
Təcrübədə spektral dalğa uzunluğu $\sim 1{,}8$ və 20 dəfə böyük olan dalğa uzunluğu intervalına uyğun gəlirsə rentgenokeçiricilik dalğa uzunluğu $0{,}1 \div 1{,}47\mathrm{A}$ intervalında müşahidə olunur. Bu halda rentgenokeçiricilik kəskin şüalanmada nəzərəalınmaz dərəcədə azalır.[3]

Nümunədə dozometrik və volt – amper xarakteri üstlü funksiya xarakteri alır. Şəkil 1 – də dalğa uzunluğunun $0{,}53A^0$ qiymətində, gərginlik $20V$ olduqda müxtəlif temperaturlarda $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ kristalından hazırlanan bir nümunədə dozometrik xarakteristika verilir.

Şəkil 2 –də əvvəlki şərtlər dəyişmədən dozimetrik güc $P = 87 \cdot 10^{-5} \dfrac{A}{kq}$ tipik olmaqla (nümunəvi) xarakteristik əyrisi alınmışdır. Burada qüvvə göstəricisi α dozometrik xarakteriskada ölçmə xətası intervalında nümunənin gərginliyindən asılı olmur.[3 s.23] Lakin temperaturdan və şüalanma $0{,}5 - 0{,}6A^0$ dalğa uzunluğunda kəskin şüalanmadan asılıdır. Volt – amper xaraketriskada qüvvə göstəricisi β temperaturdan $1{,}5 \div 2A^0$ dalğa uzunluğu intervalında kəskin şüalanmaya düşmə asılılığı göstərilmişdir.



Şəkil 1. Gərginlik 20V olduqda $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ ***monokristalının dozometrik xarakteristikası***
$P = 7 \cdot 10^{-3} \mathrm{A}|kq$



Şəkil 2. Müxtəlif temperaturlarda volt – amperxarakteriskası
$-258K(\alpha = 0{,}6\beta = 2)$;
$-290K(\alpha = 0{,}6; \beta = 1{,}5)$;

Verilmiş dalğa uzunluğunda və temperaturda bu göstərici praktik olaraq şüalanma gücündən asılı olmur. Relaksasiya əyrisində tədricən artan komponentlərin artma müddəti 15 – 20 saniyə olduqda amplitudun ümumi siqnalın 10 – 20 % -ni təşkil edir və əyridə və komponentlərin aşağı düşməsi müddəti 5 dəqiqə çəkir və bu amplituda ümumi siqnalın 30 – 40 %-ni təşkil edir. Beləliklə aşağıdakı nəticələri söyləmək olar. Aparılan təcrübələr göstərir ki, $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ monokristalında sərbəst elektron-deşik cütlərinin eyni miqdar generasiyası nəticəsində udulan foto və rentgen kvantları müxtəlif keçiriciliyə malik olur.

Rentgenokeçiriciliyin və fotokeçiriciliyin temperatur asılılığı gösərir ki,nümunədə temperaturun artması diffuzion səpilməyə kifayət qədər təsir edir.Belə ki,temperaturun artması nəticəsində keçirici zonada yükdaşıyıcıların generasiyası artır. Yəni, temperaturdan asılı olaraq rentgenokeçiricilik və fotokeçiricilik artır.

Ədəbiyyat

1. Гасанлы Н.М.., Джавадов В.М.., Тагиев В.И.., Виноградов Е.А.. Long.wave/lattice vibratons of $T\ell InS_{2x}Sl_{2(1-x)}$ and $T\ell GaS_{2x}Sl_{2(1-x)}$ layer. Solid Solitons Phys Stat, Sol 95, 1,27. 1979
2. Гусейнов Г.Д.., Годжфев М.М.., Керимова Э.М.. О ширине запрещенной зоны твердых растворов $T\ell Ga_{1-x}Sn_xSl_2$ изв.Ан СССР, Неорганические материалы 23, К 2087. 1987
3. Гусейнов. Д.Г., СеидовФ.М., Джураев Ш.Н.., КеримоваЭ.М.., Неорганические материалы. ст.467. 1991
4. Керимова Э.М.., Мустафаева С.М.., Магеррамов А.Б.. Неорганические материалы 33(8). 1997.

Резюме

В статье определена зависимость коэффициента рентгеновской проводимости от интенсивности облучения для монокристаллов при различных ускоряющих потенциалах.Монокристалл TlGa0,99Sn0,01Se2 при различных дозометрические характеристики и вольт-амперные характеристики.

Summary

In the article, $TlGa_{0,99}Sn_{0,01}Se_2$ single crystals at different accelerating potentials the dependence of the X-ray transmission coefficient on the irradiation intensity was determined. single crystal at different temperatures, spectral dependence of X-ray current, dosimetric characteristics and volt-ampere characteristics were studied.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА-ГОРДОНА ДЛЯ СУММЫ ПОТЕНЦИАЛОВ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО И КОЛЬЦЕВОГО ТИПОВ

Тарвердиева В. А. н.с., док., Нагиев Ш. М. д.ф-м.н., проф,
Ахмедов А. И. д.ф.н., доц,
Интститут Физики Министерства Науки и Образования

Ключевые слова: Уравнения Клейна-Гордона, экспоненциальный и кольцевой потенциалы.

Мы нашли решения уравнения Клейна-Гордона для связанных состояний нецентрального потенциала, представляющий собой суммы потенциалов экспоненциального и кольцевого типа. Энергетический спектр и нормированные волновые функции представлены в компактной форме. Полученные результаты могут найти применения при изучении свойств составных систем.

1. В квантовой механике (релятивистской или нерелятивистской) часто возникают задачи, связанные с нахождением уровней энергии и волновых функций частицы, движущейся в некотором силовом потенциальном поле (см, напр, [1-3]). Если при этом внешние силы таковы, что частица движется в ограниченной области пространства, т.е. она не может уйти в бесконечность, то говорят о связанных состояниях частицы. В противном случае мы имеем дело с состояниями рассеяния. Волновые функции содержат всю информацию о квантовой системе. Описание физических явлений, происходящих при больших энергиях базируется на релятивистские волновые уравнения, как уравнение Клейна-Гордона и уравнение Дирака

Цель данной работы – найти аналитическое решение уравнения Клейна-Гордона (КГ) для нецентрального потенциала, который представляет собой суммы потенциалов экспоненциального и кольцевого типов:

$$V(\mathbf{r}) = V(r) + \frac{f(\theta)}{r^2}, \tag{1}$$

$$V(r) = D[1 - \delta \operatorname{cth}(\alpha r)]^2, \qquad f(\theta) = \frac{\beta' + \beta\cos\theta}{r^2 \sin^2\theta} \ .$$

где D, δ, α, β и β' – положительные параметры.

2. В релятивистской квантовой механике динамика частиц со спином ноль описывается уравнением КГ. Для скалярного $V_1(\mathbf{r})$ и векторного $V_2(\mathbf{r})$ потенциалов уравнение КГ имеет вид $(\hbar = c = 1)$ [2]

$$[-\nabla^2 + (M + V_1(\mathbf{r}))^2]\psi(\mathbf{r}) = [E - V_2(\mathbf{r})]^2 \psi(\mathbf{r}), \tag{2}$$

где M и E есть масса и энергия релятивистской частицы. Для простоты мы считаем, что $V_1(\mathbf{r})$ и $V_2(\mathbf{r})$ равны:

$$V_1(\mathbf{r}) = V_2(\mathbf{r}) = V(\mathbf{r}). \tag{3}$$

Подстановка (3) в (2) дает

$$[\nabla^2 + \varepsilon^2 - 2\gamma V(\mathbf{r})]\psi(\mathbf{r}) = 0, \quad \varepsilon^2 = E^2 - M^2, \quad \gamma = 2(E + M). \tag{4}$$

Здесь нас интересуют решения этого уравнения, соответствующие связанным состояниям системы, для которых $E < M$, $\varepsilon > 0$.

Уравнение (4) допускает разделение переменных в сферической системе координат:

$$\psi(\mathbf{r}) = \frac{\chi(r)}{r}\Theta(\theta)\Phi(\varphi), \tag{5}$$

где функция $\Phi(\varphi)$ имеет стандартный вид, а функции $\chi(r)$ и $\Theta(\theta)$ подчиняются уравнениям (μ и m (магнитное квантовое число) – константы разделения).

$$\chi''(r) + \left[\varepsilon^2 - \gamma V(r) - \frac{\mu}{r^2}\right]\chi(r) = 0, \tag{6}$$

$$\Theta''(\theta) + \operatorname{ctg}\theta \cdot \Theta'(\theta) + \left[\mu - \frac{m^2 + \gamma(\beta' + \beta\cos\theta)}{\sin^2\theta}\right]\Theta(\theta) = 0. \tag{7}$$

3. Чтобы решить аналитически уравнение (6) мы применим специальное приближение к центробежному потенциалу, а именно при $\alpha r << 1$ положим

$$\frac{1}{r^2} \approx \frac{4\alpha^2 e^{-2\alpha r}}{(1-e^{-2\alpha r})^2}. \tag{9}$$

Делаем теперь замену переменной $s = e^{-2\alpha r} \in [0,1]$ и вводя обозначения

$$\tilde{\tau}(s) = 1 - s, \sigma(s) = s(1-s), \tilde{\sigma}(s) = \left(a - \frac{1}{4}\right)s^2 + bs - c$$

$$a = \frac{1}{4} + \frac{\varepsilon^2}{4\alpha^2} - \frac{\gamma D}{4\alpha^2}(1+\sigma)^2, \; b = -\frac{\varepsilon^2}{2\alpha^2} + \frac{\gamma D}{2\alpha^2}(1-\sigma^2) - \mu,$$

$$c = -\frac{\varepsilon^2}{4\alpha^2} + \frac{\gamma D}{4\alpha^2}(1-\sigma)^2, \tag{10}$$

получаем

$$\chi''(s) + \frac{\tilde{\tau}(s)}{\sigma(s)}\chi'(s) + \frac{\tilde{\sigma}(s)}{\sigma^2(s)}\chi(s) = 0. \tag{11}$$

Решая это уравнение методом Никифорова-Уварова (НУ) [5], мы находим явный вид радиальных волновых функций. Они выражаются через полиномы Якобы $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$:

$$\chi_n(s) = C_n s^{\sqrt{c}} (1-s)^{\frac{1}{2}+\sqrt{c+a-b}} \cdot P_n^{(2\sqrt{c},2\sqrt{c+a-b})}(1-2s) \; . \tag{12}$$

Волновые функции (12) удовлетворяют следующему условию нормировки

$$\int_0^\infty |X_n(r)|^2 dr = \frac{1}{2\alpha}\int_0^1 |\chi_n(s)|^2 \frac{ds}{s} = 1. \tag{13}$$

4. Угловую часть (8) уравнения КГ также решим методом НУ. Для этого его представим в виде, аналогичному (11):

$$\Theta''(z) + \frac{\tilde{\tau}(z)}{\sigma(z)}\Theta'(z) + \frac{\tilde{\sigma}(z)}{\sigma^2(z)}\Theta(z) = 0, \tag{14}$$

в котором $z = \cos\theta$, $\tilde{\tau}(z) = -2z$, $\sigma(z) = 1 - z^2$, $\tilde{\sigma}(z) = -\mu z^2 - \gamma\beta z + \mu^2 - m^2 - \gamma\beta'$.

Решения уравнения (14), т.е. угловые волновые функции $\Theta(\theta)$ также выражаются через полиномы Якобы:

$$\Theta_N(z) = C_N (1-z)^{(B+C)/2} \cdot (1+z)^{(B-C)/2} P_N^{(B+C,B-C)}(z), \tag{15}$$

где $N = l - B$ – целое число, l – “угловой момент”, определяемой формулой $\mu = l'(l'+1)$. Здесь использованы обозначения

$$B = \sqrt{\frac{m^2 + \gamma\beta' + u}{2}}, \qquad C = \sqrt{\frac{m^2 + \gamma\beta' - u}{2}}, \qquad u = \sqrt{(m^2 + \gamma\beta')^2 - \gamma^2\beta^2}. \tag{16}$$

5. Учитывая теперь выражении (5), (6), (11) и (15) находим явный вид полной волновой функции рассматриваемой квантовой системы

$$\psi(\mathbf{r}) = c\frac{1}{r}e^{-2\alpha\sqrt{c}r}(1-e^{-2\alpha r})^{\frac{1}{2}+\sqrt{c+a-b}} P_n^{(2\sqrt{c},2\sqrt{c+a-b})}(1-2e^{-2\alpha r}) \cdot$$

$$\cdot (1-\cos\theta)^{(B+C)/2}(1+\cos\theta)^{(B-C)/2} \cdot P_N^{(B+C,B-C)}(\cos\theta). \tag{17}$$

Волновая функция (17) удовлетворяет условию нармировки

$$\int |\psi(\mathbf{r})|^2 d\,\mathbf{r} = 1. \tag{18}$$

Приведем и формулу для уровней энергии, соответствующие волновым функциям (17)

$$M^2 - E^2 = 4\alpha^2 \left[\frac{\frac{\gamma D}{\alpha^2}(1-\sigma) - l'(l'+1) - \frac{1}{2} - n(n+1) - 2(n+1)\sqrt{\frac{1}{4} + l'(l'+1) + \frac{\gamma D}{\alpha^2}\sigma^2}}{(2n+1) + 2\sqrt{\frac{1}{4} + l'(l'+1) + \frac{\gamma D}{\alpha^2}\sigma^2}} \right]^2 . \tag{19}$$

6. В данной работе мы получили собственные значения энергии и соответствующие им собственные функции для произвольных состояний $l' \neq 0$ путем решения модифицированного уравнения КГ для суммы экспоненциального и кольцевого потенциала методом НУ. Исследование аналитического решения модифицированного уравнения КГ для линейной комбинации экспоненциального потенциала и потенциала кольцевой формы в рамках квантовой механики может способствовать получению ценных сведений о динамике в ядерной, атомной и молекулярной физике и открыть новую окно для более глубокого исследования. Таким образом, полученные результаты представляют интерес не только для физика-теоретика, но и для физика-экспериментатора, поскольку являются более общими.

Литература

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц., Квантовая механика, М., 1989.
2. Greiner W. Relativistic Quantum Mechanics, 3ed. edition Berlin, Springer, 2000.
3. З. Флюгге, Задачи по квантовой механике, т.1, М., 1974.
4. А.Ф.Никифоров, В.Б.Уваров, Специальные функции математической физики, М., 1984.

Xülasə

Eksponensial və halqa tipli potensialların cəmi olan qeyri-mərkəzi potensialın bağlı naллары üçün KQ tənliyinin həllərini tapdıq. Problemi həll etmək üçün mərkəzdənqaçma potensialı üçün xüsusi bir yaxınlaşmadan istifadə etdik. Enerji spektri və normallanmış dalğa funksiyası yığcam formada verilir. Alınmış nəticələr bağlı sistemlərin xassələrinin öyrənilməsində tətbiqlər tapa bilər.

Summary

We have found solutions of KG equation for bound states of a non-central potential, which is the sum of potentials of exponential and ring type. To solve the problem, we used a special approximation for the centrifugal potential. The energy spectrum and the normalized wave function are presented in a compact form. The results obtained can find applications in studying the properties of composite systems.

WIGNER QUANTUM DISTRIBUTION FUNCTION FOR A SEMICONFINED HARMONIC OSCILLATOR MODEL WITH A POSITION-DEPENDENT MASS AND FREQUENCY IN AN EXTERNAL HOMOGENEOUS FIELD

D.Ph.M.S., professor, Nagiyev Sh. M., PHd.Amirova Sh. A.
Institute of Physics Ministry of Science and Education of Azerbaijan
shakir.m.nagiyev@gmail.com, shovqiyya@mail.ru.

Keywords: Harmonic oscillator; external homogeneous field; position-dependent mass; Wigner distribution function.
PACS: 03.65.-w; 02.30. Hq; 03.65.Ge

The phase-space representation for a semiconfined harmonic oscillator model with the position-dependent mass and frequency in an external homogeneous field is constructed in terms of the Wigner function.

1.It is known that one of the formulations of quantum mechanics is its formulation in the phase space (see, for example, [1-3]). This formulation uses concepts that are common to both quantum and classical mechanics. It makes it possible to describe the picture of quantum phenomena using, as far as possible, the classical language. The main tools of the phase formulation of quantum mechanics are quantum distribution functions.

Among the various quantum distributions functions that exist, the Wigner quantum distribution function is well known. The Wigner quantum distribution function is expressed in terms of the Schrödinger wave function $\psi(x,t)$ using the formula:

$$W(x,p,t)=\frac{1}{2\pi\hbar}\int\psi^*(x-\frac{x'}{2},t)\psi(x+\frac{x'}{2},t)e^{-ipx'/\hbar}\,dx. \tag{1}$$

At present there exist a lot of papers with computation of the Wigner function of the various quantum relativistic and nonrelativistic harmonic oscillator models [1-6].

In this paper we construct the Wigner quantum distribution function for a linear oscillator model with a position-dependent mass and frequency in an external homogeneous field [7].

2. Linear harmonic oscillator model with a position dependent mass $M(x)=\frac{a^2m_0}{(a+x)^2}$ and frequency $\omega=\omega_0\left(1+\frac{x}{a}\right)$ in an external uniform field $V_{ext}(x)=gx$, where g is a force, is described by the interaction potential

$$V(x)=\begin{cases}\frac{M(x)\omega^2x^2}{2}+gx, & x+a>0,\\ \infty, & x+a<0.\end{cases} \tag{2}$$

The wave functions of the model are expressed in terms of the Laguerre polynomials

$$\psi_n^g(x)=c_n^g\left(1+\frac{x}{a}\right)^{A_n}e^{-b^2\left(1+\frac{x}{a}\right)}L_n^{2A_n+1}\left(2b^2\left(1+\frac{x}{a}\right)\right),n=0,1,2,\dots N_g, \tag{3}$$

where $A_n=N_g-n,\ N_g=b^2-1-b\xi_0,\ b=\lambda_0a\ ,\ \xi_0=\lambda_0x_0,\lambda_0=\sqrt{\frac{m_0\omega}{\hbar}},x_0=\frac{g}{m_0\omega_0^2}$. The corresponding to the wave functions (3) discrete energy spectrum has the form

$$E_n^g=\hbar\omega_0\left(1-\frac{\xi_0}{b}\right)\left(n+\frac{1}{2}\right)-\frac{\hbar^2}{2m_0a^2}n(n+1)-\frac{m_0\omega_0^2x_0^2}{2}. \tag{4}$$

3. For our calculations of the Wigner function, we will substitute expression (3) for the wave function into the definition of the Wigner distribution function (1)

$$W_n^g(p,x) = \frac{|C_n^g|^2}{\pi\hbar} e^{-2b^2\left(1+\frac{x}{a}\right)} \int_{-(x+a)}^{x+a} \left[\left(1+\frac{x}{a}\right)^2 - \frac{y^2}{a^2}\right]^{A_n} L_n^{2A_n+1}\left(2b^2\left(1+\frac{x-y}{a}\right)\right) \times$$
$$\times L_n^{2A_n+1}\left(2b^2\left(1+\frac{x+y}{a}\right)\right) e^{-\frac{2ipy}{\hbar}} dy. \qquad (5)$$

Using the integral formula [8]

$$\int_{-a}^{a} (a^2-x^2)^{\beta-1} e^{i\lambda x} dx = \sqrt{\pi}\Gamma(\beta)\left(\frac{2a}{\lambda}\right)^{\beta-1/2} J_{\beta-1/2}(a\lambda), Re\beta > 0, \qquad (6)$$

we can present functions $W_n^g(p,x)$ in the form

$$W_n^g(p,x) = \frac{|C_n^g|^2}{\hbar\sqrt{\pi}\lambda_0}\Gamma(A_n+1) b^{-2A_n} e^{-\rho} L_n^{2A_n+1}(\rho - ib\partial_\eta) L_n^{2A_n+1}(\rho + ib\partial_\eta) \times$$
$$\times \left(\frac{b+\xi}{\eta}\right)^{A_n+1/2} J_{A_n+1/2}(2\eta(b+\xi)), \qquad (7)$$

where $J_\beta(x)$ is the Bessel function and $\rho = 2b(b+\xi), \eta = p/\lambda_0\hbar$ and $\xi = \lambda_0 x$.

4. From (7) we can extract the Wigner function of the ground state, which has the form

$$W_0^g(p,x) = \frac{1}{\hbar\sqrt{\pi}}(2A_0+1)\frac{\Gamma(2A_0+1)}{\Gamma(2A_0+2)}\left(\frac{4b^2(b+\xi)}{\eta}\right)^{A_0+1/2} e^{-\rho} J_{A_0+1/2}(2\eta(b+\xi)). \qquad (8)$$

Taking into account that the Wigner function of the ground state (8) is exactly computed in terms of the Bessel functions, then one can try to compute its analytical expression for arbitrarily excited states n. After some calculations we obtain

$$W_n^g(p,x) = \frac{1}{\hbar\sqrt{\pi}}(2b^2 - 2b\xi_0 - 2n - 1) e^{-2b(b+\xi)} \sum_{k=0}^{n} \frac{\Gamma(b^2 - b\xi_0 - n + k)}{k!\,\Gamma(2b^2 - 2b\xi_0 - 2n + k)} \times$$
$$\times \left[\frac{4b^2(b+\xi)}{\eta}\right]^{b^2 - b\xi_0 - n + k - 1/2} L_{n-k}^{2b^2 - 2b\xi_0 - 2n + 2k - 1}(2b(b+\xi)) J_{b^2 - b\xi_0 - n + k - 1/2}(2\eta(b+\xi)). \qquad (9)$$

Thus, we have found an exact expression for the Wigner function of a quantum linear harmonic oscillator with position dependent mass and frequency in an external uniform field in the case of a semiconfined quantum parabolic well. Although the wave function of the considered system is defined on the half-line$(-a;\infty)$, integration in the definition of the Wigner function is carried out in the finite region $(-(x+a); x+a)$.

Literature

1. H.-W. Lee. Theory and application of the quantum phase-space distribution functions, Phys. Rep. 259 (1995) 147-211.

2.R.W. Davies and K.T.R. Davies, On the Wigner distribution function for an oscillator,Ann.Phys. (N.Y.),
89 261-273(1975).

3. N.M.Atakishiyev, Sh.M.Nagiyev and K.B.Wolf, Wigner distribution functions for a relativistic linear oscillator, Theor.Math,Phys., **114** 322 (1998).

4. E. I. Jafarov, S. Lievens, S. M. Nagiyev, J.Van der Jeught, The Wigner functions of *q*-deformed harmonic oscillator model, , J.Phys. A: Math. Theor., **40** 5427-5441 (2007).

5. Z.-d. Chen and G. Chen, Wigner function of the position-dependent effective Schrodinger equation, Phys. Scr., **73** 354-358 (2006).

6. A. de Souza Dutra and J.A. de Oliveira, Wigner distribution for a class of isospectral position-dependent mass systems, Phys. Scr., **78** 035009 (2008).

7. Shakir M. Nagiyev, Shovqiyya A. Amirova, Model of a linear harmonic oscillator with a position-dependent mass in the external homogeneous field. The case of a parabolic well, AJP Physics **28**:4 (2022) section En, 36-41.
8. A.P. Prudnikov, Yu.A. Brychkov, O. I. Marichev, “Integrals and series”, vol. 2: Special functions, Nauka, M., 1983.

Xülasə

Xarici bircins sahədə yerləşən koordinatdan asılı kütləli və tezlikli yarımməhdud harmonik ossilyator modeli üçün faza təsviri Viqner funksiyası vasitəsilə qurulmuşdur

Резюме

С использованием функции Вигнера построено фазовое представление для модели полуограниченного гармонического осциллятора с зависящими от координат массой и частотой, находящегося во внешнем однородном поле.

ИЗМЕНЕНИЕ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ $CdGa_2S_4$ В ПРОЦЕССЕ ОСВЕЩЕНИЯ

Доц. Кадыроглы З.
Институт физики, Баку,
e-mail: zafark@mail.ru

Ключевые слова: $CdGa_2S_4$, фотопроводимость, глубокие уровни

Введение. Тиогаллат кадмия $CdGa_2S_4$ относится к сложным полупроводниковым соединениям $AB_2^{III}C_4^{VI}$, кристаллизуется в тетрагональной структуре в пр. гр. S_4^2. Это халькопиритная ячейка, в которой 1/4 часть катионных узлов пустая, причем эти узлы (стехиометрические пустоты) упорядочены. Соединение $CdGa_2S_4$ является перспективным материалов для полупроводникового приборостроения [1 - 3].

Благодаря сложной кристаллической структуре, в $CdGa_2S_4$ встречается большое разнообразие собственных дефектов. Это приводит к наличию богатого спектра локальных состояний в запрещенной зоне. На формирование фотоэлектрических и люминесцентных свойств $CdGa_2S_4$, как и в других полупроводниковых материалов оказывают влияние глубокие центры. Цель настоящей работы является изучение глубоких центров в монокристаллах $CdGa_2S_4$. Исследовано спектральное распределение фотопроводимости в зависимости от времени освещения.

Экспериментальная часть. Монокристаллы выращивали из синтезированного соединения $CdGa_2S_4$ методом газотранспортных реакций. На основании рентгеновских исследований определяли параметры элементарной ячейки: a = 5.555 ± 0.001 Å и c = 10.190 ± 0.001 Å. Образцы имели *n*-тип проводимости и удельное сопротивление в темноте составляло $\rho_d \geq 10^9$ Ом см при 300 К.

Результаты и их обсуждение. Обнаружено и исследовано зависящая от времени фотопроводимость (фотоактивация) и определен спектральный состав света, вызывающий увеличение фоточувствительности в $CdGa_2S_4$. Установлено, что фототок растет со временем при энергиях кванта возбуждающего света 2.6 ÷ 3.2 эВ, в интервале температур 300 ÷ 450 К. Суть обнаруженного явления заключается в следующем. При оптическом возбуждении предварительно неосвещенных монокристаллов стационарным монохроматическим светом постоянной интенсивности

из области энергий 2.6 ÷ 3.2 эВ фототок растет и достигает значительной величины, т.е. в процессе освещения образец очувствляется.

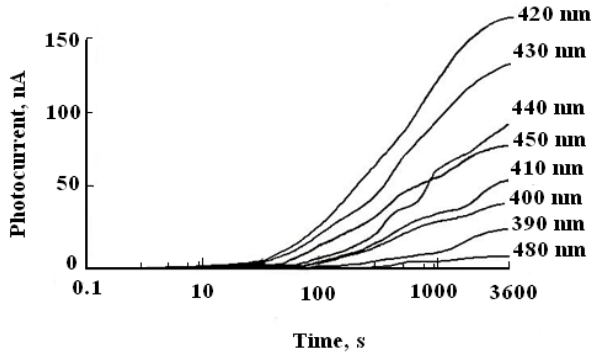


Рис.1. Изотермическое (T=300K) увеличение стационарного фототока со временем при различных длинах волн возбуждающего света.

На рис.1 в полулогарифмическом масштабе представлена кинетика изотермического (T=300K) увеличения стационарного фототока при фиксированной длине волны возбуждающего света $I = I_{ph}$ (t). При снятии этих кривых образец выдерживался перед каждым опытом одни сутки в темноте. Увеличение фототока происходит в течение часа и более.

Изучен спектральный состав света, вызывающий увеличение фототока. На рис.2 приведено спектральное распределение фототока при 300K. Видно, что чувствительность охватывает значительную область спектра. В спектрах фототока наблюдаются особенности при энергиях 2.75 (A), 2.88 (B), 2.95 (C) и 3.1 эВ (Д). Интенсивность наблюдаемых особенностей немонотонно возрастает с увеличением времени возбуждения, т.е. амплитуды и положения этих особенностей в спектрах фототока сильно зависит от времени возбуждения. Последнее свидетельствует о том, что с увеличением времени возбуждения происходит заполнение локальных центров. Низкоэнергетические максимумы при 2.75 и 2.88 эВ следует связать с переходами из глубоких акцепторных уровней в с - зону.

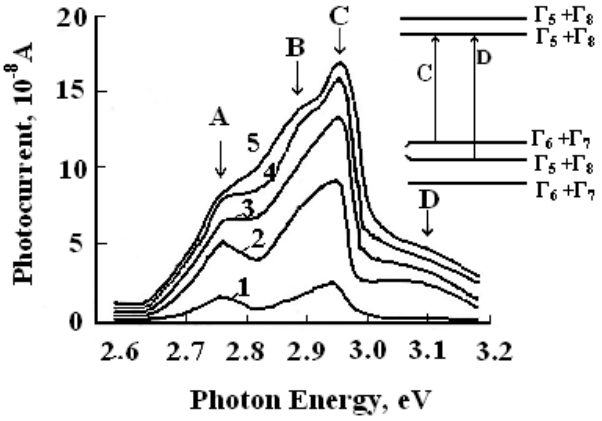


Рис.2.Зависимость спектрального распределения стационарного фототока от времени при T = 300 K: 1 - 100 c; 2 - 500 c; 3 - 1000 c; 4 - 2000 c; 5 - 3600 c. На вставке схема оптических переходов в центре зоны Бриллюэна $CdGa_2S_4$.

Для идентификации особенностей при 2.95 и 3.1 эВ в спектрах фотопроводимости $CdGa_2S_4$ обратимся к зонной структуре $CdGa_2S_4$. Согласно [3], минимальные межзонные переходы локализованы в центре Г(000) зоны Бриллюэна $CdGa_2S_4$. В

дипольном приближении валентная зона формируется состояниями $Г_3 + Г_4$ и $Г_2$, расщепленными кристаллическим полем, а дно зоны проводимости - состоянием $Г_1$, расстояние между которыми определяется кристаллическим расщеплением. При учете спин-орбитального взаимодействия состояние $Г_2$ переходит в $Г_6 + Г_7$, двукратно вырожденный уровень $Г_3 + Г_4$ валентной зоны расщепляется на два состояния: $Г_6 + Г_7$ и $Г_5 + Г_8$. В результате валентная зона в Г(000) состоит из трех подзон $Г_6 + Г_7$, $Г_5 + Г_8$, $Г_6 + Г_7$. Минимальные оптические переходы ($Г_6 + Г_7 \rightarrow Г_5 + Г_8$) равны 2.96 эВ при 300 К и при 3.05 эВ при 77 К. Оптические переходы из нижней валентной зоны в зону проводимости ($Г_5 + Г_8 \rightarrow Г_5 + Г_8$) при 77 К равны 3.23 эВ. Видно, что энергетическое расстояние между подуровнями валентной зоны $Г_6 + Г_7$ и $Г_5 + Г_8$ порядка 0.18 эВ. В спектрах фотопроводимости энергетическое расстояние между особенностями С и Д порядка 0.15 эВ. Поэтому можно предположить, что эти особенности обусловлены межзонными переходами из валентных подзон $Г_6 + Г_7$ и $Г_5 + Г_8$ в зону проводимости $Г_5 + Г_8$ (рис. 2, на вставке).

Обнаружено, что после предварительного оптического возбуждения излучением $CdGa_2S_4$ определенной длины волны из области 2.6 ÷ 3.2 эВ на релаксационных кривых фототока наблюдается вспышка фототока на других длинах волн из области 1.06 ÷ 2.4 эВ. Значения максимума вспышки фототока зависит от длины волны и времени предварительного возбуждения, а также длительности темноты после прекращения предварительного возбуждения. Построена зависимость тока, соответствующая максимуму вспышки от энергии кванта подсветки. Спектр представляет собой широкую полосу в интервале 1.06 ÷ 2.4 эВ с максимумом при 1.45 эВ. Отметим, что меняя степень заселенности уровней 1.06 ÷ 2.4 эВ, можно управлять медленным ростом фотопроводимости.

Заключение. Установлено, что в области температур 300 ÷ 450 К фототок в $CdGa_2S_4$ при энергиях кванта возбуждающего света из области 2.6 ÷ 3.2 эВ со временем увеличивается. В спектрах фотопроводимости наблюдаются особенности при энергиях 2.75; 2.88; 2.95 и 3.1 эВ. Особенности 2.95 и 3.1 эВ связаны с межзонными переходами из валентных подзон $Г_6 + Г_7$ и $Г_5 + Г_8$ в зону проводимости $Г_5 + Г_8$. Особенности при 2.75 и 2.88 эВ обусловлены переходами из акцепторных уровней над потолком валентной зоны в зону проводимости. Показано, что амплитуды и положения максимумов на кривых фототока сильно зависит от времени освещения. Используя схему оптических переходов в центре Г(000) зоны Бриллюэна $CdGa_2S_4$, проведена идентификация наблюдаемых особенностей.

После предварительного возбуждения излучением определенной длины волны из области 2.6 ÷ 3.2 эВ на релаксационных кривых фототока наблюдается вспышка фототока на других длинах волн из области 1.06 ÷ 2.4 эВ. Меняя степень заселенности уровней 1.06 ÷ 2.4 эВ, можно управлять медленным ростом фотопроводимости.

Литература

1.Кадыроглы З. Фотопроводимость монокристаллов $CdGa_2S_4$. Схема рекомбинации. Transactions of ANAS, Physics and astronomy, 2013, V. XXXIII, №2, с.31-35.

2.Кадыроглы З., Гусейнов Д.Т., Гулиев Р.А. Оптическое гашение фототока в соединении $CdGa_2S_4$. Fizika, 2007, T. 13, № 4, с. 115 - 117.

3.Kerimova T.G., Mamedov Sh.S., Nani R.Kh. On the Band Structure of $CdGa_2S_4$, Phys. Status Solidi B, 1981, V. 105, к39 - к41.

Xülasə

$CdGa_2S_4$ monokristallarının fotokeçiricilik spektində 2.75; 2.88; 2.95 и 3.1 eV enerjilərində xüsusiyyətlər müşahidə edilmişdir. $CdGa_2S_4$ birləşməsinin Brillüen zonasının mərkəzində Γ(000) optik keçidlərin sxemindən istifadə edərək müşahidə olunan xüsusiyyətlər identifikasiya edilmişdir.

Abstract

The spectra photoconductivity of $CdGa_2S_4$ single crystals exhibit features at energies of 2.75; 2.88; 2.95 и 3.1 eV. Using the scheme of optical transitions at the center Γ(000) of the Brillouin zone of $CdGa_2S_4$, the observed features are identified.

KƏSİK KONUS ŞƏKİLLİ PUTADAKI ƏRİNTİDƏN DARTMAQLA QİDALANDIRICININ TƏTBİQİ İLƏ BİNAR BƏRK MƏHLUL MONOKRİSTALLARININ ALINMASI (II-MƏRHƏLƏ)

f.r.e.d. prof. Qəhrəmanov N.F, Məmmədli L. A.
Bakı Dövlət Universiteti

Açar sözləri: qidalandırıcı, kəsilməzlik tənliyi, binar bərk məhlul, monokristal
Key words: nutrient, continuity equation, binary solid solution, single crystal

Bərk cisimlər elektronikasının müasir səviyyəsində çevirici və cihazların istehsalı zamanı istifadə olunan materiallar yarımkeçirici maddələrin zəif və ya qatı bərk məhlulları bircins monokristal şəklində olmalıdır.

Gibbsin fazalar qaydasından aydındır ki, binar bərk məhlulların kristallaşması zamanı sistem divariant olur və bu zaman bərk və maye fazanın temperaturları eyni olduqda onların tərkibi müxtəlif olur. Ona görə sabit tərkibli kristal əldə etmək üçün maye fazanın tərkibinin sabit qalmasını təmin etmək lazımdır. Bunu maye fazanı uyğun tərkibli xəlitə ilə qidalandırmaqla əldə etmək olar. Alınan bərk fazanın monokristallığının təmin edilməsi üçün əsas çətinlik monokristal özəyinin olmaması və kristallaşma cəbhəsində maye fazanın ifrat soyumuş halda olmasıdır [1, 2]. İşdə Ge-Si bərk məhlulları misalında bu çətinliklərin aradan qaldırılma yolları göstərilmişdir.

Qarşıya qoyulmuş məsələnin həllində kristallaşma prosesi üçün ikinci komponent maddəsi selinin kəsilməzlik tənliyinin müxtəlif başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində həllərinin araşdırılmasından geniş miqyasda istifadə edilmişdir. Onu ümumi şəkildə yazaq:

$$\dot{C}_3(t) + P(t)C_3(t) = Q(t) \tag{1}$$

Burada

$$P(t) = \frac{\dot{V}_3(t) + k\dot{V}_2(t)}{V_3(t)}, \qquad Q(t) = \frac{\dot{V}_1(t)}{V_3(t)}C_1(t) \qquad k = \frac{C_2(t)}{C_3(t)} \tag{2}$$

1, 2 və 3 indeksləri ilə uyğun olaraq qidalandırıcı xəlitəyə, yetişdirilən kristala və putadakı ərintiyə aid olan parametrlər işarə edilmişdir; C_2 - ikinci komponentin konsentrasiyası, k - ikinci komponentin birincidə paylanma əmsalı, $V_1(t)$ – t müddətində qidalandırıcı xəlitənin sərf olunmuş həcmi, $V_2(t)$ - yetişdirilmiş kristalın həcmi, $V_3(t)$ – t anında putadakı ərintinin

həcmidir. Parametrlərin qiymətlərini verilmiş təcrübə şəraitində kristallaşma rejiminə uyğun şəkildə ifadə etmək lazımdır. Qızdırılma zamanı temperatur sahəsinin mono-kristal alınması üçün daha yararlı olması baxımından kəsik konus şəkilli puta silindr şəkilli putadan daha üstün olduğu üçün işdə kəsik konus şəkilli putadan istifadə edilmişdir. Qidalandırıcının həndəsi quruluşuna gəldikdə, o, ikinci komponentin konsentrasiyasının ərintidə sıfırdan başlayaraq tədricən artmaqla doyma qiymətinə çatmasına imkan verməlidir. Bütün həcmdə sabit tərkibə malik olan xəlitədən istifadə etdikdə bu tələbi yerinə yetirmək üçün qidalandırıcının başlanğıcını konus, davamını isə silindir şəklində seçmək kifayətdir.

İşdə qidalandırıcı başlanğıcı konus olan silindr şəklində götürülmüşdür. Kristallaşma rejiminin sabitliyi baxımından yetişdirilən kristalın formasını qidalandıcı xəlitə şəklində seçmək daha əlverişlidir. Onların en kəsiklərinin sahəsini eyni $S_2=S_1=S$, yerdəyişmə sürətləri ümumi halda fərqlidir: $\vartheta_1 \neq \vartheta_2$

Monokristallığı təmin etmək məqsədi ilə proses iki mərhələdə həyata keçirilir. Birinci mərhələ qidalandırıcı xəlitənin konus hissəsinin sərf olunma müddətini (t) əhatə edir. Bu mərhələ prosesdə monokristallığın təmin edilməsi üçün nəzərdə tutulduğundan onu əlverişli variantda həyata keçirmək olar. Bu qidalandırıcı xəlitənin və kristalın en kəsiklərinin sahələrinin və yerdəyişmə sürətlərinin eyni olması halıdır [3].

İkinci mərhələdə qidalandırıcı xəlitə silindr şəklindədir və bu mərhələ qidalandırıcının silindr hissəsinin sərf olunma müddətini əhatə edir. Texnoloji baxımdan kristalın da onunla eyni diametrli silindr şəklində olması əlverişlidir. Onun radiusu r əlverişli şəkildə seçildikdə kristal silindrinin radiusunu da r-ə bərabər götürüb prosesin sonuna qədər sabit saxlamaq mümkündür. Bu halda kristallaşma rejimi elə seçilir ki, $S_2=S_1=S$ və $\vartheta_1 < \vartheta_2$ şərti ödənilsin.

Seçilmiş şərtlər daxilində kəsilməzlik tənliyinin həllindən ikinci mərhələ üçün ikinci komponentin konsentrasiyasının dəyişməsi

$$C_3(t) = \frac{C_1}{k}\left\{1-\exp\left(-\frac{ks\upsilon(t-t_1)}{V_3(0)} - k\frac{V_{kon}}{V_3(0)}\right)\right\}, \quad t \geq t_1 \tag{3}$$

olar.

Hər iki pillədə alınan həlləri birləşdirsək, yetişdirilən monokristal boyunca ikinci komponentin konsentrasiyasının dəyişməsini belə alarıq:

$$C_2(t) = \begin{cases} C_1\left\{1-\exp\left(-k\dfrac{V_{kon}}{V_3(0)}\cdot\dfrac{t^3}{t_1^3}\right)\right\}, & o \leq t \leq t_1 \\ C_1\left\{1-\exp\left(-\dfrac{ks\upsilon(t-t_1)}{V_3(0)}\cdot k\dfrac{V_{kon}}{V_3(0)}\right)\right\}, & t \geq t_1 . \end{cases} \tag{4}$$

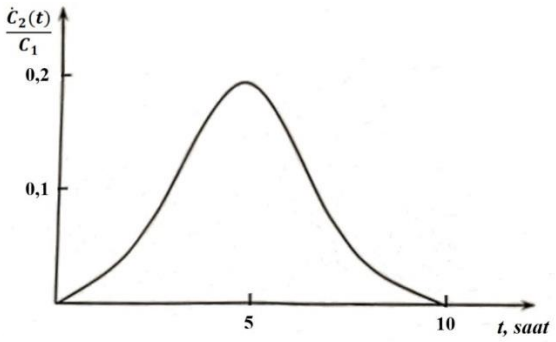
İkinci komponentin konsentrasiyasının yetişdirilmiş monokristal boyunca (4)-dən hesablanmış dəyişmə qanununda $C_2(t)$ sıfırdan başlayaraq tədricən artır, ikinci komponentin qidalandırıcıdakı qiymətinə çatdıqdan sonra dəyişməz qalır. C_2-nin bu cür dəyişmə qanunu kristallaşma cəbhəsində ifrat soyumanı aradan qaldırmağa imkan verir.

$C_2(t)-$nin dəyişmə sürətini onun zamana görə birinci tərtib törəməsi ilə göstərə bilərik. (4)-dən alarıq:

$$\frac{\dot{C}_2(t)}{C_1}=\begin{cases} k\dfrac{V_{kon}}{V_3}\cdot\dfrac{3t^2}{t_1^3}\exp\left(-k\dfrac{V_{kon}}{V_3(0)}\cdot\dfrac{t^3}{t_1^3}\right), & 0\le t\le t, \\ \dfrac{ks\upsilon}{V_3(0)}\exp\left(-\dfrac{ks\upsilon(t-t_1)}{V_3(0)}-k\dfrac{V_{kon}}{V_3(0)}\right), & t\ge t_1 \end{cases} \quad (5)$$

9

Şəkil 1-də $\frac{\dot{C}_2(t)}{C_1}$-in t-dən asılılığı verilmişdir.



Şəkil 1.

Göründüyü kimi bu asılılıq sıfırdan başlayaraq hamar əyri ilə artır, maksimumdan keçir və yenə sıfıra yaxınlaşır. Məhz bu cür asılılıq təcrübənin uğurlu alınmasını təmin edir.

Ədəbiyyat

1.Tahirov V.İ., Həsənov Z.Y., Tahirov Ü.V., Qəhrəmanov N.F. Monokristal özəkdən istifadə etməklə binar bərk məhlul monokristallarının alınmasının sadə üsulu // AMEA-nın "Məruzələr", №3, 2009, s. 65-69

2.Həşimova A.İ. Ge-Si yarımkeçirici binar bərk məhlulların kristallaşma cəbhəsində ifrat soyumanın aradan qaldırılması. Avtoreferat (fizika üzrə fəlsəfə doktoru). Bakı, 2018, 21 s.

3.L.A.Məmmədli., N.F.Qəhrəmanov. Kəsik konus şəkilli putadakı ərintidən dartmaqla binar bərk məhlul monokristallarının alınması (I mərhələ). Fizika-riyaziyyat təhsili: reallıqlar, tələblər və perspektivlər. Bakı, 22 noyabr 2021

Аннотация

В работе получены совершенные монокристаллы бинарных соединений твердых растворов путем втягивание из тигеля в форме усеченного конуса.

Summary

Ge-Si binary solid solution single crystals were obtained by drawing from a crucible in the shape of a truncated cone.

РОЛЬ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА

БИНАРНЫХ СИСТЕМ

Доц. Тагиева М. Дж.
Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова - электроизоляционные материалы, электрический пробой, прочность, синтетический каучук

Проблема электрической прочности (устойчивости к пробою) диэлектриков остается важной как в научном, так и в техническом отношении. Разработка механизмов электрического разрушения для многих широко используемых на практике материалов не завершена. В частности, до сих пор значительный интерес представляет получение новых электроизоляционных материалов на основе полимер-полимер и выяснение природы длительной электрической прочности или кинетики электрического разрушения полимерных композиционных материалов.

Среди полимерных материалов, с точки зрения техники и физики, заслуживают внимания композиции на основе полимер-полимер, т.е. полимер - полимерные системы. Создание таких систем является актуальным также с точки зрения экономии материальных и энергетических ресурсов за счет использования вторичного полимерного сырья.

Для решения выше указанной проблемы были созданы бинарные системы полипропилен – полиэтилен низкой плотности (ПП-ПЭНП), а также их модифицирование синтетическим каучуком этилен – пропиленовым (СКЭП-60) эластомером.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния СКЭП эластомера на силовую зависимость электрической прочности оптимальной композиции ПП:ПЭНП=80:20.

На рис. 1 и 2 приведены зависимости $\lg \tau_E$ от электрической пробивной напряженности *E*, соответственно, для МО и БО образцов композиции ПП:ПЭНП=80:20 с различными содержаниями СКЭП, полученных смешиванием в роторном диспергаторе. Зависимости $\lg \tau_E$ от *E* были сняты при температуре 293 К. Показано, что зависимости $\lg \tau_E$ от *E* для образцов композиции с различными НМС, являются линейными, т.е. зависимости $\lg \tau_E$ от *E* выражаются экспоненциальной формулой (1).

$$\tau_E = B\exp(-\beta E) \qquad (1)$$

Из графиков следует, что с изменением содержания СКЭП параметр *B* не меняется, а изменяется коэффициент β . Как известно из кинетической концепции электрического разрушения [1,2,3], это свидетельствует о том, что энергия активации процесса электрического разрушения композиции ПП:ПЭНП+СКЭП не меняется, однако изменяется физическая структура, т.е. изменение электрических прочностных свойств обусловлено последним фактором.

Как видно, из рис.1, изменение электрической долговечности τ_E от содержания СКЭП для МО образца композиции носит экстремальный характер, а для БО образца (рис.2) при малых содержаниях СКЭП τ_E не меняется, а с увеличением доли СКЭП τ_E в обеих случаях уменьшается.

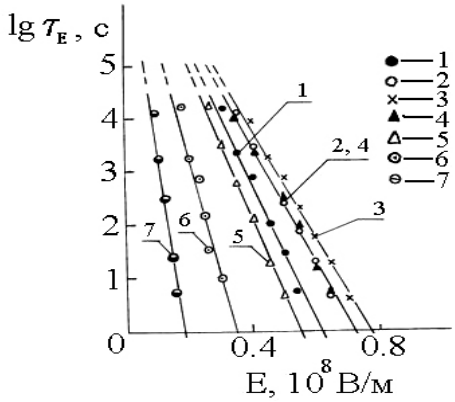


Рис.1. Зависимости логарифма электрической долговечности МО образцов композиций ПП:ПЭНП+СКЭП, смешенных в роторном диспергаторе, от электрической пробивной напряженности при Т=293К:

1- исходный ПП:ПЭНП=80:20; 2-ПП:ПЭНП+1 масс.% СКЭП; 3-ПП:ПЭНП+2 масс.% СКЭП; 4-ПП:ПЭНП+3 масс.% СКЭП; 5-ПП:ПЭНП+5 масс.% СКЭП; 6-ПП:ПЭНП+8 масс.% СКЭП; 7-ПП:ПЭНП+12 масс.% СКЭП.

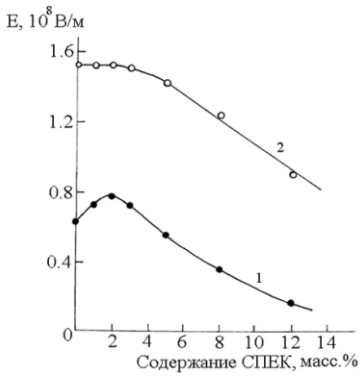


Рис.3. Зависимости электрической прочности Е МО (1) и БО (2) образцов композиций ПП:ПЭНП=80:20 от содержания СКЭП.

Для наглядности, на рис.3 показаны изменения электрической прочности (*E*) композиции ПП:ПЭНП=80:20 в зависимости от содержания СКЭП для МО (кривая 1), и БО (кривая 2) образцов, полученных в роторном диспергаторе.

Видно, что для МО образца композиции в зависимости от содержания СКЭП сначала *E* увеличивается, проходит через максимум при 2 масс.%, затем уменьшается и при 12 масс.% СКЭП значение *E* соответствует значению величины *E* для исходного МО ПП. А в случае закаленного, т.е. для БО образца композиции значение *E* до содержания 4 масс.% СКЭП практически не меняется, а затем с увеличением содержания СКЭП *E* уменьшается и при 12 масс.% СКЭП значение *E* соответствует практически значению величины *E* для исходного БО ПП.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты показывают, что композиция ПП:ПЭНП+СКЭП в случае электрического разрушения в соотношении компонентов 80:20+2 масс.% в случае медленно охлажденного является оптимальной.

Изменение электрической прочности *E* МО и БО образцов композиций ПП:ПЭНП=80:20 с увеличением содержания СКЭП можно объяснить следующим образом. Увеличение *E* МО образцов композиции (рис.3, кривая 1), содержащих небольшие добавки СКЭП, связано с тем, что этилен -пропиленовый эластомер

выступает в роли структурообразователя, затрудняющего рост сферолитов в полимерных композициях, так как полимеры, в том числе их композиции являются изотропными и микрогетерогенными, т.е. содержат сферолиты..

При наличии эластомера в МО образцах композиции ПП:ПЭНП+СКЭП размер сферолитов уменьшается. Видимо эластомер СКЭП преимущественно располагаясь в межсферолитном пространстве, препятствует образованию микротрещин и микропустот различного размера. Это приводит к увеличению однородности сферолитной пленки, и способствует возрастанию электрической прочности, как и в случае механического разрушения . Однако, по мере увеличения содержания СКЭП в модифицированной композиции, однородность образцов ухудшаются, это обусловлено, в первую очередь, увеличением размера дисперсной фазы, рассматриваемых гетерогенных композиций [4,5]. Из экспериментальных результатов (рис.3) видно, что действительно при больших содержаниях СКЭП электрическая прочность *E* модифицированной композиции уменьшается, что и предполагалось. Кроме того, уменьшение *E* композиции ПП:ПЭНП=80:20 с высоким содержанием СКЭП может быть связано с тем, что значение *E* рассматриваемых эластомеров, т.е. СКЭП, несколько меньше, чем *E* полипропилена [6].

Таким образом, основной причиной изменения электрической прочности композиции ПП:ПЭНП=80:20 в зависимости от содержания СКЭП, является изменение ее физической структуры, т.е. изменение размеров сферолитов и степени кристалличности в полимерных композициях в зависимости от содержания синтетического каучука этилен-пропиленового эластомера.

Литература

1. Багиров М.А., Малин В.П., Абасов С.А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики Б.: Элм, 1975.168 с.
2. Багиров М.А., Рагимов Я.Г., Аббасов Т.Ф., Абасов С.А. Температурная и временная зависимость электрической и механической прочности полимерных пленок. ФТТ, 1973, т.15, №5, с.1579-1584
3. Козлов Г.В., Шотов Р.А., Микитаев А.К. Зависимость модуля упругости полиметилметакрилата от скорости деформации в условиях ударного нагружения. Высокомолек. соед. Крат.сообщ., 1987, 28Б, №11, с.867-869.
4. Алигулиев Р.М. Релаксационная спектрометрия полимерных диэлектриков. Баку, Элм, 1997, 560 с.
5. Kant R. The laus structure of the quenched form of polypropylene-compounds. ETZ-A, 1996, Bd74, №6, p.117-122
6. Энциклопедия полимеров. М. Советская энциклопедия, 1977, т.3, 1021 с.

Summary

Among polymer materials, from the point of view of engineering and physics, polymer-polymer-based compositions deserve attention, i.e. polymer - polymer systems. The creation of such systems is also relevant from the point of view of saving material and energy resources through the use of secondary polymeric materials. the main reason for the change in the electrical strength of the PP composition: LDPE = 80: 20, depending on the content of the SRE, is the change in its physical structure, i.e. change in the size of spherulites and degree of crystallinity in polymer compositions depending on the content of synthetic rubber ethylene-propylene elastomer.

ω MESON-EXCITED *Δ* BARYON $g_{\omega\Delta\Delta}^{(0)nm}(T)$ COUPLING CONSTANT IN THE THERMAL SOFT-WALL MODEL OF THE HOLOGRAPHIC QCD

Nasibova N.A.
Institute of Physics of Ministry of Science and Education
n.nesibli88@gmail.com

Keywords: AdS/CFT duality, soft-wall model, meson, excited baryon, coupling constant.

Introduction. Recently, studying hadron properties at zero and finite temperatures have become an important and interesting task in the theoretical physics realm. For this purpose, several models were created, such as the QCD sum rule, the lattice QCD, and e.t.c. One such a method is the holographic QCD model, which is based on gauge/gravity duality. Gauge/gravity duality, or AdS/CFT (Anti-de-Sitter/Conformal Field Theory), is an approach that relates two different theories: gravitational and gauge theory. AdS space-time is 5-dimensional space, and in the bulk of this space-time is located the gravitational theory; whereas, the boundary of this space-time is 4-dimensional Minkowsky space-time, and there is a conformal theory or gauge theory. Since, an open string corresponds to the gauge theory and, a closed string corresponds to the gravitational theory and there is a relation between open and closed strings, this duality was assumed by Maldasena[1]. AdS/QCD soft is based on this duality and has two model: soft- and hard-wall models, which is useful in calculation of form factors, strong coupling constants, mass of of elementary particles, and etc. . To study the coupling constants of hadrons allow getting a deeper knowladge of several physical phenomena, such as phase transitions in nuclear matter, the evaluation of the early universe, etc. In Refs. [2-7], the temperature dependence of form factors and coupling constants were calculated and plotted at finite temperature. As a contunition of the works, the aim is to study the temperature dependence of the meson-excited baryon coupling constant in the n=1 excited state in the AdS/QCD thermal soft-wall model..

ω meson-excited *Δ* baryon coupling at finite temperature. ω and ρ meson have the same quantum number and the main difference between these meson is that ρ meson has isotriplet and ω meson has isosinglet states. Therefore, the couplings of mesons obey the given relation: $g_{\rho NN}^{(0)nm} = 3g_{\omega NN}^{(0)nm}$. By using general action for mesons and baryons and minimal Lagrangian term between ω meson and *Δ* baryon it can be obtain $g_{\omega\Delta\Delta}^{(0)nm}(T)$ is as following form [7]:

$$g_{\omega\Delta\Delta}^{(0)nm}(T) = 3\int_0^\infty \frac{dr}{r^2}\, e^{-\Phi(r,T)}\, V_0(r,T)\left(F_{1L}^{(n)*}(r,T)F_{1L}^{(m)}(r,T) + F_{2L}^{(n)*}(r,T)F_{2L}^{(m)}(r,T)\right)$$

here

$V_0(r,T) = \sqrt{2}K_T^2 r^{3/2} e^{-K_T^2 r^2/2} L_0^1(K_T^2 r^2)$ is an ω meson profile funcion, $L_0^1(K_T^2 r^2)$ is Laguarrel polinom, r is fifth tortise coordinate[6].

$\mathrm{F}_{nJ}^L(r,T) = \sqrt{\frac{2\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+3)}} K_T^3 r^{\frac{5}{2}} e^{-\frac{K_T^2 r^2}{2}} L_n^2(K_T^2 r^2)$ and $\mathrm{F}_{nJ}^R(r,T) = \sqrt{\frac{2\Gamma(n+1)}{\Gamma(n+2)}} K_T^2 r^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{K_T^2 r^2}{2}} L_n^1(K_T^2 r^2)$ are profil functions of *Δ* baryon [7].

The expression $\varphi(z,T) = K^2(T)r^2$ is dilaton field, which is used to make integral finite [2-4].

Where $K_T^2 = (1+\rho_T)k^2$, $\rho_T = \left(\frac{9\alpha\pi^2}{16} + \delta_{T_1}\right)\frac{T^2}{12F^2} + \delta_{T_2}\left(\frac{T^2}{12F^2}\right)^2$,

$\delta_{T_1} = -\frac{N_f^2-1}{N_f}$, $\delta_{T_2} = -\frac{N_f^2-1}{2N_f^2}$, N_f-is the quark flavour number, and F is the decay constant.

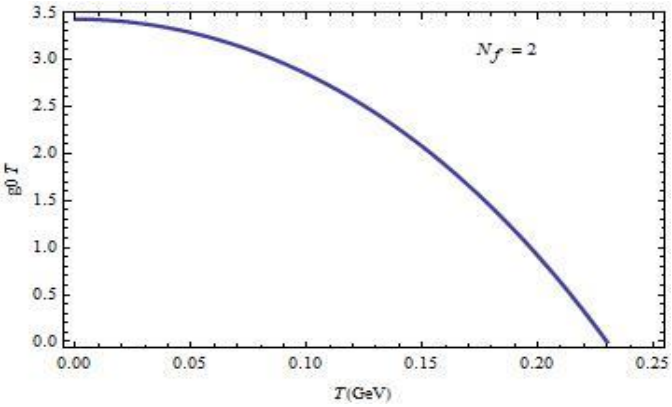


FIG. 1. The temperature dependence of coupling constant $g^{(0)nm}_{\omega\Delta\Delta}(r,T)$ for $N_f = 2$ and $F = 0.087$ GeV for the excited state of baryon (n=1) respectively.

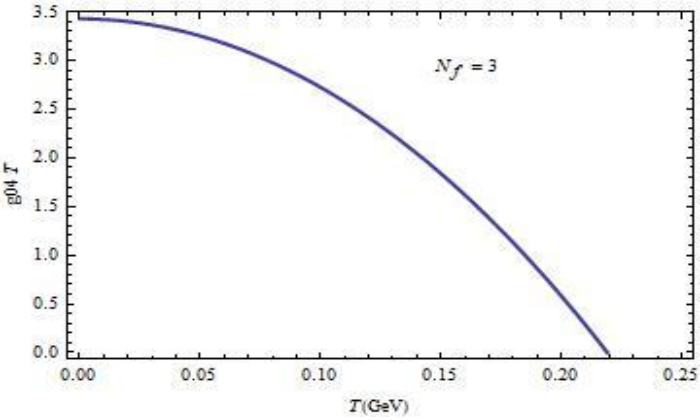


FIG. 2. The temperature dependence of coupling constant $g^{(0)nm}_{\omega\Delta\Delta}(r,T)$ for $N_f = 3$ and $F = 0.1$ GeV for the excited state of baryon (n=1) respectively.

Numerical result. The author has used MATEMATICA package for numerical calculation and plotted temperature dependence graphs of $g^{(0)nm}_{\omega\Delta\Delta}(r,T)$ coupling. The author presented the numerical results for the choice of parameters for two flavor $N_f = 2$, F = 87 MeV, three flavor $N_f = 3$, F = 100 MeV. These sets of parameters were taken from [3-5]. In Fig. 1 and Fig. 2 the
author considers these dependencies for the first excited state (n = 1) of the $\boldsymbol{\Delta}$ baryons and plot graphs for the different numbers of flavors and observes that all curves in the figures converge at one temperature value.

Conclusion. The coupling constants of the ω meson with excited $\boldsymbol{\Delta}$ baryons within the thermal soft-wall model of holographic QCD have been studied and observed that
with increasing temperature the value of these coupling constant decreases and becomes zero at points close to the Hawking temperature.

References.

1.Maldacena, J. The large-N limit of superconformal field theories and supergravity. Int. J. Teor. Phys.
2.T. Gutsche, V. E. Lyubovitskij, I. Schmidt, and A. Y. Trifonov, Phys. Rev. D99, 054030 (2019).

3.T. Gutsche, V. E. Lyubovitskij, I. Schmidt, and A. Y. Trifonov, Phys. Rev. D99, 114023 (2019).
4.Sh.Mamedov and N.Nasibova, Phys.Rev. D 104, (2021).
5.Sh. Mamedov and N. Nasibova, arXiv:2201.03324, (2022).
6.N. Nasibova, (IJFSCFRT), (2020).
7.N.Nasibova, LHEP 326, 31526 (2022).

Xülasə

Holoqrafik KXD-nin termal yumşaq divar modeli daxilində ω mezonunun həyəcanlanlaşmış ***Δ*** baryonlar ilə qarşılıqlı təsir sabiti tədqiq edilmiş və müşahidə edilmişdir ki, temperaturun artması ilə bu birləşmə sabitinin dəyəri azalır və Hoking temperaturuna yaxın nöqtələrdə sıfır olur.

Резюме

Были изучены константы связи ω-мезона с возбужденными ***Δ*** барионами в рамках тепловой модели мягких стенок голографической КХД, и было обнаружено, что с ростом температуры значение этих констант связи уменьшается и обращается в нуль в точках, близких к температуре Хокинга.

UZUN DALĞALI YARIMKEÇİRİCİLƏRİN UDUCU GÜZGÜ KONSTRUKSİYALARININ TƏTBİQİ

Mustafayeva N. V.
Naxçıvan şəhər, Təbii Ehtiyatlar İnstitutu

Açar sözlər: yarımkeçirici, lazer, enerji,optik
Ключевые слова: полупроводник, лазер, энергия, оптический
Key words: semiconductor, laser, energy, optical

Elektron cihazlarda və optoelektron texnologiyasında yarımkeçirici materiallar; optik rabitə, optik keçid, rejimin kilidlənməsi, foton enerjisi gücləndirmə və optik məhdudiyyət kimi qeyri-xətti optikada geniş istifadə olunur. Qeyri-xətti optika, yüksək intensivlikli işıq və materialın udulması, sınması,əks etdirmə kimi optik xüsusiyyətləri dəyişən mövzunu araşdırır. Yarımkeçiricilər böyük qeyri-xətti həssaslığa və qısa zaman müddətinə malikdirlər. Qeyri-xətti optik xüsusiyyətlərinə görə cihazın qurulması yarımkeçirici lazerlər üçün uyğundur. Yarımkeçirici lazerlərlə aparılan tədqiqatlar istənilən dalğa uzunluğunda istehsal edilə bilər və ultra qısa impulslarla böyük enerjilər buraxa bilər. [1]

Bu gün ultra sürətli optik tətbiqləri ən çox öyrənilən mövzulardan biridir. Xüsusilə yüksək sürətli məlumat ötürülməsinin ultra sürətli lazer texnologiyası ilə bu texnologiyaya marağı artırdı. Ultra sürətli lazer sistemlər zamanla həll olunan sistemlərdən optik tezlik metrologiyasından , terahertz generasiyasından , ikiqat foton və CARS spektroskopiyasından, Koherent Anti-Stokes Raman Spektroskopiyası və mikroskopiya və optika koherent tomoqrafiya, tibb (göz-lazer cərrahiyyəsi və stomatologiya) və sənayenin bir çox sahələrində istifadə olunur. Ultra qısa impulslar mühüm tədqiqatdır və çoxlu tətbiqlərə malikdir. Bu gün qısa impulslu lazer sistemləri dalğa boyu və nəbz genişliyindən asılı olaraq tibbi və sənaye tətbiqləri üçün əsas tədqiqat sahələridir. Ultra qısa impulsların digər mühüm tətbiqi yüksək sürətdir. Optik rabitə sistemləri yüksək təkrar sürəti ilə yüksək bit sürəti nəbzi sistemləridir.

Ultra qısa impulslar müxtəlif üsullarla istehsal edilə bilər:

a. Q-köçürmə,
b. Qazanc dəyişdirmə,
c. Təsirli sıxılma
d. Mod kilidi

Bu üsullar arasındakı əsas fərq pulse genişlikləridir. Rejim kilidləmə texnikasında pikofemto saniyə aralığında nəbz eni istifadə olunur. Rejim kilidli lazerlərin dalğa uzunluğu və nəbz genişliyindən asılı olaraq bir sıra potensial tətbiqlər var. Lazerlərdə ultra sürətli impuls yaratmaq üsuluna rejim kilidləmə üsulu deyilir. Bu üsulda zərbə müddəti femtosaniyə ilə pikosaniyə aralığındadır. Bu proses zamanı parazit modlar baş verə bilər, Bu isə arzuolunmazdır. Bu vəziyyətin qarşısını almaq üçün modlar kilidlənməlidir. Bu şəkildə işləyən lazerlər rejim kilidli lazerlər adlanır. Rejim kilidi əməliyyatında, lazerin pik gücü impulslar zamanı maksimuma çatır. Bu proses yüksək intensivlikli lazerə qeyri-xətti elementin daxil edilməsi ilə əldə edilir. [2]

Ədəbiyyat

1.Babaoğlu, M., Az Miktarda Azot Eklenmiş Uzun Dalgaboylu Yüzey Işıması Yapan Lazer Yapılar, Fizik Anabilim Dalı. 2011, Kilis 7 Aralık Üniversitesi: Gaziantep.
2.Spence, D.E., P.N. Kean, and W. Sibbett, 60-fsec pulse generation from a self- mode-locked Ti sapphire laser. Optics Letters, 1991. 16: p. 42-44

Summary

The article provides information about the research conducted with semiconductor lasers, how these lasers are produced at certain wavelengths, and in what dimensions they release energy. In addition, it is discussed in which areas semiconductor lasers are mostly used.

Резюме

В статье представлена информация об исследованиях, проведенных с полупроводниковыми лазерами, о том, как эти лазеры производятся на определенных длинах волн и в каких измерениях они выделяют энергию. Кроме того, обсуждается, в каких областях чаще всего используются полупроводниковые лазеры.

TERMOELEKTRİK SOYUDUCULARI VƏ ONLARDA TEMPERATURUN MAKSİMAL AZALDILMASI PROBLEMİ

Dos. İmanov R.M., dos. İsmayılov E.X., Bədəlova F.M., Abbasov R.A.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: termoelektrik soyuducuları, termoelektrik hadisələri, soyuma effekti, yarımkeçirici material, termoelement

Ключевые слова: термоэлектрические охладители, термоэлектрические явления, охлаждающий эффект, полупроводниковый материал, термопара.

Keywords: thermoelectric coolers, thermoelectric phenomena, cooling effect, semiconductor material, thermocouple

Termoelektrik soyuducuları Peltye effekti adlanan termoelektrik hadisələrindən birinə əsaslanmışdır. Bu hadisənin məğzi ondan ibarətdir ki, termocütdən sabit cərəyan buraxarkən, onun bir lehim yerində istilik ayrılır, digərində isə udulur. Əgər qızdırılan lehim yeri istilik ötürücü hesabına sabit temperaturda saxlanılarsa, onda ikinci lehim yeri soyuyacaqdır və soyumağa məruz qalan hər hansı obyektdən istilik almaq olar.

Peltye hadisəsinin yüz ildən çox əvvəl kəşf olunmasına baxmayaraq , o son zamanlara qədər praktiki tətbiqini tapmamışdır. Bu onunla izah olunur ki, metallik termocütlərin köməyi ilə əldə olunan soyuma effekti həddən artıq az olur. 1910 – cu ildə alman alimi Altenkirx termoelektrik soyuducularının nəzəriyyəsini işləmişdir. Bu nəzəriyyə metallik termocütlərin tətbiq edilməsinə əsaslanmışdır. O pessimist nəticəyə gəlmişdir ki, belə soyuducuların praktiki əhəmiyyəti ola bilməz.

Yarımkeçirici materialların texnologiyasının işlənilməsi və tədqiqat oblastındakı nəticələrlə bağlı işlərdə dəyişikliklər baş verdi.

Bu müvəffəqiyyətlər 1950-ci ildə akademik A. F. İoffeyə imkan verdi ki, yarımkeçirici termoelementlərin energetik tətbiqinin nəzəriyyəsini hazırlasın və isbat etsin ki, termoelektrik soyuducular müasir soyuducu aqreqatlarla istiliyi və istismar əlverişliyi cəhətdən rəqabətə girə bilər.[1]

Bu vaxtdan etibarən keçmiş SSSR EA. AFTN-nin və A.F.İoffenin rəhbərliyi altında SSSR EA yarımkeçiricilər institunun əməkdaşları tərəfindən termoelektrik soyuducuların tətbiqi başlanmışdır.[2] Hal-hazırda termoelektrik soyuducuları artıq laboratoriya çərçivəsindən çıxmış və onların praktiki tətbiqlərinin bir sıra imkanları açılmışdır. Şəkil 1-də sxematik olaraq ardıcıl birləşdirilmiş yarımkeçirici termoelementlər batareyası göstərilmişdir.

Termoelementdən şəkildə göstərilən istiqamətdə cərəyan buraxılan zaman lehim yeri 3-də Peltye istiliyi ayrılacaqdır., lehim yeri 4-də isə udulacaqdır. Əgər Peltye istiliyi ayrılan lehim yeri 3-də sabit T_0- temperaturda ətraf mühitlə istilik mübadiləsi hesabına həmin istilik dəyişməz saxlanılarsa, onda 4-lehim yeri elə T- temperaturuna qədər soyuyacaqdır ki, Termoelementin budaqları üzrə və ətraf mühitdən onlara gələn istilik, onlarda udulan Peltye istiliyini kompensasiya etmir.[3]

Termoelementdən cərəyan buraxarkən "faydalı effekt" cərəyanla mütənasib olan, udulan Peltye istiliyi – ilə yanaşı "zərərli effekt" – cərəyanın kvadratı ilə mütənasib olan Coul istiliyi də ayrılır. Hesablama göstərir ki, birinci yaxınlaşmada Coul istiliyinin yarısı soyuq lehim yerinə gəlir və Peltye effekti hesabına alınan soyumanı azaldır.[4]

Sıfıra bərabər cərəyanda hər iki effekt yox olur və heç bir soyuma baş vermir. Digər tərəfdən kifayət qədər böyük cərəyanda Coul istiliyi Peltye istiliyini ötür və soyuma qızmaya keçir. Ona görə də optimal cərəyan mövcuddur ki, bu zaman soyuma effekti maksimal olur

Bu cərəyanı tapmaq üçün, lehim yerində udulan Peltye istiliyinin və ona gələn Coul istiliyinin cəbri cəmi olan istiliyin ifadəsini aşağıdakı kimi yazaq:

$$Q_I = -\Pi_{1,2} I + \frac{1}{2} I^2 R \qquad (1)$$

$\Pi_{1,2}$ -Peltye əmsalıdır və R- termoelementin müqavimətidir.

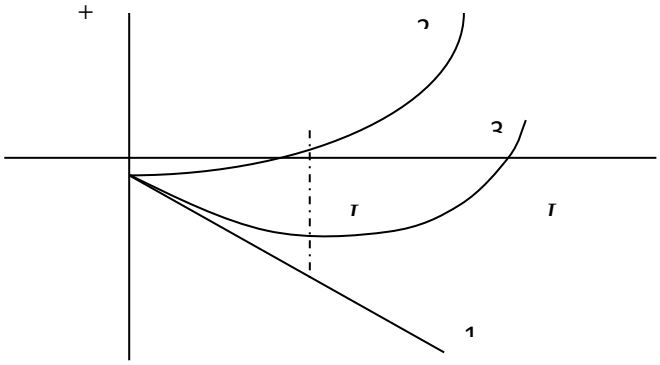
$$R = \ell\left(\frac{\rho_1}{S_1} + \frac{\rho_2}{S_2}\right) \qquad (2)$$

ℓ, S və S_2, ρ və ρ_2 uyğun olaraq onun budaqlarının uzunluğu, en kəsiyinin sahəsi və xüsusi müqavimətidir.

Differensiallamaqla tapırıq ki, Q_I – maksimuma cərəyanın aşağıdakı qiymətinə çatır:

$$I = \frac{\Pi_{1,2}}{R} \tag{3}$$

$$(Q_I)_{\max} = -\frac{\Pi_{1,2}^2}{2R} \tag{4}$$



Şəkil

(4)-dən çıxır ki, termoelementin müqaviməti nə qədər az olarsa, onun soyuq lehim yerində udulan $(Q_I)_{max}$ istilik miqdarı da çox olar, başqa sözlə, soyuq verməsi də böyük olar. Buradan belə nəticə çıxarmaq olar ki, termoelementin budaqlarının uzunluğunu azaltmaqla və ya en kəsiyini artırmaqla, daha aşağı temperatura nail olmaq olar. Həqiqətdə isə bu düzgün deyil, belə ki, eyni zamanda həmin ölçüdə termoelementin istilikkeçiriciliyini və onun budaqları üzrə istilik seli artır. Hesablama göstərir ki, termoelementin həndəsi ölçülərindən, daha dəqiq budaqları en kəsiyinin uzunluğuna nisbətindən onun optimal cərəyanı və soyuq törətməsi asılıdır. Temperaturun maksimal aşağı düşməsi isə, tamamilə termoelementin budaqlarının Peltye əmsalı xüsusi istilikkeçirməsi və elektrikkeçirməsi ilə təyin olunur.

Ədəbiyyat

1. А. Ф. Иоффе Полупроводниковые термоелементы Изд. АНСССР, 1956
2. А. Ф. Иоффе, Л.С. Стилбанс и др. Термоелектрическое охлаждение Изд. АНСССР, 1956,
3. Л.С. Стилбанс, Е.К. Норданишвили и Т.С. Ставицкая Термоелектрическое охлаждение Изд. АНСССР, сер . физич. , т 20, №1, стр. 81., 1956
4. Л.С. Стилбанс, Полупроводниковые термоэлектрохолодилники. Изд. Лен. Дома нучно-тех проп. 1957,

Резюме

Чем меньше сопротивление термопары, тем больше количество поглощенного тепла $(QI)_{max}$ в точке холодной пайки, другими словами, тем больше холодопроизводительность. Можно сделать вывод, что за счет уменьшения длины ветвей термопары или увеличения сечения можно добиться более низкой температуры. В действительности это неправильно, так как при этом увеличивается теплопроводность термопары одного размера и тепловой поток на ее ответвлениях.

Расчет показывает, что ее оптимальный ток и холодогенерация зависят от геометрических размеров термопары, точнее от отношения ее ветвей к длине ее поперечного сечения. Максимальное падение температуры полностью определяется особой теплопроводностью и электропроводностью ветвей термопары.

Summary

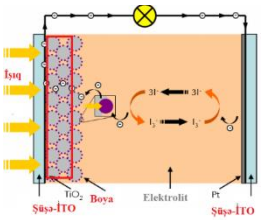
The lower the resistance of the thermocouple, the greater the amount of heat absorbed $(QI)_{max}$ at the cold solder point, in other words, the greater the cold output. It can be concluded that by reducing the length of the branches of the thermocouple or increasing the cross-section, a lower temperature can be achieved. In reality, this is not correct, because at the same time, the thermal conductivity of the thermocouple of the same size and the heat flow on its branches increase. The calculation shows that its optimal current and cold generation depend on the geometric dimensions of the thermocouple, more precisely on the ratio of its branches to the length of its cross section. The maximum temperature drop is completely determined by the special thermal conductivity and electrical conductivity of the thermocouple branches.

GÜNƏŞ ÇEVİRİCİLƏRİ ÜÇÜN ANODDA OKSİDLƏŞMƏ ÜSULU İLƏ ALINAN TiO_2 NAZİK TƏBƏQƏLƏRİ

Abdullayeva S. H. , Eyvazlı R.V., f.e.d Eminov Ş.O.
Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnstitutu
e-mail: samireabdullayeva181@gmail.com

Açar sözlər: Günəş elementlər, nanostrukturlar, nanoborular, titan dioksid, ITO
Keywords: Solar cells, nanostructures, nanotubes, titanium dioxide, thin films, ITO
Ключевые слова:наноструктуры, нанотрубки, диоксид титана, тонкие пленки, ITO.

Son onilliklər ərzində insan əhalisinin sürətlə artımı və sənayenın inkişafı dünyada ətraf mühitin çirklənməsinə və enerji tələbatının kəskin artmasına səbəb olmuşdur . Ənənəvi enerji mənbələri bu tələbləri tam təmin edə bilməz. Belə vəziyyət alimləri ətraf mühitə mənfi təsirləri minimuma endirmək üçün alternativ bərpa olunan yaşıl enerji mənbələrinin axtarışına vadar edir. Boyaya həssas günəş elementi olan Gretzel günəş elementləri TiO_2 kimi işığa həssas geniş zolaqlı və nanoölçülü məsaməli oksid yarımkeçiricilərindən istifadə edən fotoelektrokimyəvi elementdir. Şəkil1-də göstərildiyi kimi,bu elementlər iki elektroddan və yod tərkibli elektrolitdən ibarətdirr [1]. Elektrodlardan biri şəffaf elektrik keçirici InSnO (ITO) təbəqəli şüşə altlığın üzərində yerləşdirilmiş boya ilə doydurulmuş yüksək dərəcədə məsaməli (10^{10} cm^{-2}) titan dioksid layından (TiO_2) ibarət olub Şüşə/ITO/TiO_2 strukturuna malikdir. Digər elektrod isə Şüşə/ITO strukturlu lövhədir və ona əks “Əks elektrod” da deyilir. Bəzən onun üzərinə şəffaf nazik Pt təbəqəsini də çəkirlər. Bu cür günəş elementində boya maddəsi günəş işığının fotonlarını uda bilir və TiO_2 həssaslaşdırıcı rolunu oynayır. Boya materialı qismində çiçək ləçəklərində də mövcud olan Rhodamine B maddəsindən və ya onu oxşar materiallardan istifadə olunur. Elementdəki çevirmə prosesi elektrolitdə oksidləşmə-bərpa reaksiya istifadə olunduğundan fotosintezlə oxşarlığı var.

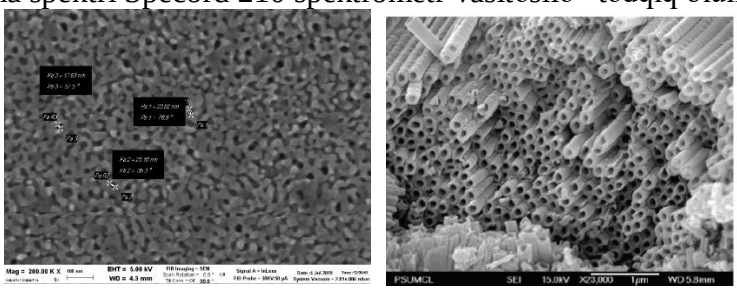


Şəkil 1. Gretzel elementin quruluşu

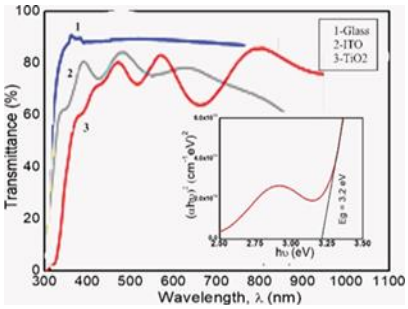
Gretzel elementləri günəş enerjisini xarici dövrədən keçən elektrik cərəyanına çevrilməsi aşağıdakı prinsiplə baş verir. Günəş işığı, məsamələri boya ilə doydurulmuş Ş/ITO/TiO_2 elektroddan elementə daxil olur və boya materialında udulur. Boya molekullarındakı elektronlar Günəş enerjisinin hesabına həyəcanlanaraq 10^{-15} san ərzində əsas vəziyyətdən həyacanlaşmış vəziyyətə keçir və TiO_2-nin keçirici zolağına daxil olur. Daha sonra onlar TiO_2 təbəqəsi boyunca diffuziya edərək, şüşə elektroduna çatır və kənar naqil dövrəsi (yüklənmə, enerji istehlakçısı) vasitəsilə ikinci Ş/ITO elektroda qayıdır. Hər bir boya molekulu bir elektronun itirilməsi ilə oksidləşir. Boya molekulu yodid ionundan bir elektron alaraq ilkin vəziyyətinə qayıdır və ionu molekula çevirir. Bu molekul öz növbəsində əks (ikinci) elektroda (Ş/ITO) tərəf diffuziya edir, ondan elektron alır və yenidən yodid ionuna çevrilir. Gretzel günəş elementlərinin enerjinin çevrilmə səmərəliliyi hal-hazırda 10%-dir və hələ Si günəş batareyalarının səviyyəsinə çatmamışdır. Nəzəri cəhətdən onu 33% səviyyəsinə çatdırmaq mümkündür. Tədqiqatımızın əsas məqsədi Günəş elementlərinin yaradılması üçün yararlı xassələrə malik keçirici və optik cəhətcə şəffaf İTO laylarının habelə anodda oksidləşmə yolu ilə alınan nanoborulu TiO_2 nazik təbəqələrinin alınma metodikasınln işlənilməsidir.

TƏDQİQAT METODU VƏ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

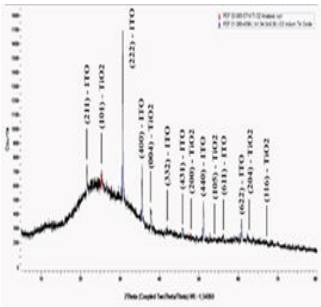
İlkin mərhələdə 3x5sm ölçüdə və 2 mm qalınlığında mikroskop şüşə lövhələri üzərində vakuumda maqnetron tozlandırma üsulu ilə əvvəlcə elektrik keçirici və optik cəhətcə şəffaf,200 nm qalınlığında ITO təbəqəsinin və onun üzərinə isə 300 nm qalınlıgında titan (Ti) təbəqəsi çökdürülmüşdür. Alınmış Şüşə/ITO/Titan strukturunun Ti təbəqəsinin anodda oksidləşmə prosesi iki elektrodlu elektrokimyəvi özəkdə aparılmışdır. Köməkçi elektrod qismində platin spiralından, işçi elektrod qismində isə Şüşə-İTO- Ti quruluşundan lövhəsindən istifadə edilmişdir [2]. Oksidləşmə prosesi 0.75% (kütlə%) NH_4F və tərkibində 2% H_2O olan etilenqlikol tərkibli elektrolitə 40V sabit gərginlikli potensiostatik rejimdə, 5-15°C temperatur intervalında 1 saat ərzində aparılmışdır. Bunun nəticəsində sintez edilmiş TiO_2 layının amorf quruluşunun kristallik fazaya modifikasiyası məqsədilə nümunələr hava mühitində mufel sobasında 450- 500°C-də 1-2 saat müddətində termiki işlənilmişdir. Alınmış TiO_2 təbəqələrinin səth morfologiyası(şəkil 2) skanedici elektron mikroskopu (SEM) vasitəsi ilə, kristallik quruluşu Bruker D8 Advanced (CuKα, λ=0,154 nm) difraktometrində, optik buraxma spektri Specord 210 spektrometr vasitəsilə tədqiq olunmuşdur [3].



Şəkil 2. TiO_2 təbəqələrinin səth morfologiyasının və en kəsiyinin SEM təsviri



Şəkil 3. Optik buraxma spektri



Şəkil 4. ITO/TiO$_2$ strukturunun rentgen difraktoqramması

Şəkil 5. Alınmış günəş elementləri və fotocərəyan ölçmələri

Şəkil 2-dən göründüyü kimi sintez edilmiş TiO_2 təbəqəsi diametrli 40-45 nm və uzunluğu 1 mkm olan və sıx qablaşdırılmış borulardan təşkil olunub. Təbəqə, 360- 900 nm optik diapazonda 70-80% şəffafdır , UV bölgəsində (360 nm-dən qısa dalğalarda) işığın güclü udulmasını nümayiş etdirir və 3 eV –luk qadağan olunmuş zonaya malikdir(Şəkil 3). Rentgen diffraktoqramda (Şəkil 4) 2θ= 25.5°, 37°, 48°, və 54.1°-də yerləşən piklərin mövcud olması həqiqətən də anataz fazasında olan TiO_2- nin sintez olduğunu təsdiq edir.

Alınmış Şüşə-ITO-TiO2 və Şüşə-ITO quruluşuna malik nümunələr əsasında Gretzel elementi hazırlanmışdır. Lövhlərin kənarları boyunca indium kontaktları lehimlənmış, lövhələr arasındakı nahiyəyə şprits vasitəsilı yod tərkibli elektrolit daxil edildikdən sonra onların kənarları perimetr boyunca hermetik materialla izoledilmişdir. və Ultrabənovşəyi işığ mənbəyi vasitəsilə onun fotohəssaslığə ölçülşmüşdür. Şəkil 5-dən göründüyü kimi, işıqlanma şəraitində fotocərəyan 0,4 mA gədər yüksəlir.Tədqiqat nəticəsində alınmış lövhə Günəş çeviriciləri vasitəsi kimi yararlı olduğu müəyyən olunmuşdur.

Ədəbiyyat

1. Roy P., Kim D., Lee K., Spiecker E., & Schmuki, P. *TiO2 nanotubes and their application in dye-sensitized solar cells. Nanoscale,* (2010). *2(1), 45–59.*
2. S.H.Abdullayeva, Sh.O.Eminov, A.S.Aliyev et.al. *Synthesis of anodic TiO2 nanotubes on indium tin oxide, coated glass electrodes*. International Journal of Energy Research, 11-14 August 2022, p.1-8.
3. Sh.O.Eminov, A.S.Aliyev, Kh.D.Jalilova et.al. *Structural and optical properties of electrochemically fabricated TiO$_2$ thin films*. Azerbaijan Journal of Physics, Conference M.H. Shahtakhtinski, 19-20 October 2022, p.27-32

Abstract.

Nowadays, it is very important to create and develop a new generation of solar energy converters as an alternative energy source. For this, the use of nanostructured titanium dioxide semiconductor material with photocatalytic properties is considered promising because it is a relatively cheap material and does not require complex equipment for its production. Therefore, in recent years, the development of TiO2 synthesis methods and the study of its physical properties have been intensively carried out. The article deals with obtaining thin

layers of TiO2 by oxidation at the anode and preparing structures suitable for solar cells based on them.

Абстракт

В последние годы очень важно создание и развитие нового поколения солнечных элементов . Для этого перспективным считается использование наноструктурированного полупроводникового материала диоксида титана (TiO2) с фотокаталитическими свойствами, поскольку он является относительно дешевым материалом и не требует сложного оборудования для производства. Поэтому в последние годы интенсивно ведется разработка методов синтеза TiO2 и изучение его физических свойств. В статье рассматриваются вопросы получения тонких слоев TiO2 путем окисления на аноде и изготовления на их основе структур, пригодных для солнечных элементов.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА И МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ-ФЕРРИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Иманова С. Р.
Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: электрическая емкость, напряжения, модифицированные магнитные частицы, диэлектрическая проницаемость.

Açar sözlər: elektrik tutumu, gərginlik, modifikasiya edilmiş maqnit hissəcikləri, dielektrik nefuzluğu.

Keywords: electric capacitance, voltages, modified magnetic particles, permittivity.

Выявления механизмов влияния постоянного напряжения на величину электроемкости материалов (сред) требуются дополнительные исследования. Для достоверности полученных результатов исследованы, следующие образцы: композиты на основе бентонита и магнитных микрочастиц (отожженный сидерит).

Модифицирование компонентов были проведены следующим образом:

1) Бентонит в определенным количестве был модифицирован при обороте, 6000 об/мин в течение 30минут.
2) Ферритовые частицы были модифицированы в двух режимах:

а) 3000 об/мин (М1) в течение 10 минут и б) 6000 об/мин (М2)

Модифицирование компонентов был произведен в планетарной мельнице типа FRITSCH. Путем смешивание порошков компонентов были спрессованы диски с различным составом и размерами: длина 16мм, диаметр 7мм. Композиты, были получены из гомогенной смеси компонентов путем горячего прессования при температуре 140°C и давлении 15 MPa. На всех образцах были исследованы зависимости емкости, электропроводности от постоянного напряжения. Измерения исследуемых параметров проведены при комнатной температуре (T = 293 K).

Из анализа экспериментальных результатов, приведенных на рис. 1–4, выявлено особенности зависимости электрической емкости от величины постоянного напряжения.

Итак, не зависимо от способов приготовления для всех исследуемых образцов характерным является наличие гистерезиса на кривых C=f(U). Для композитов на основе бентонита и магнитных частиц, а также чистого бентонита зависимость C=f(U)

носит сложный характер, а именно, с ростом величины приложенного постоянного напряжения электроемкость растет, (рис.1 - 3 область 1) достигает максимума, а затем дальнейшем ростом постоянного напряжения уменьшается (рис.1- 3 область 2).

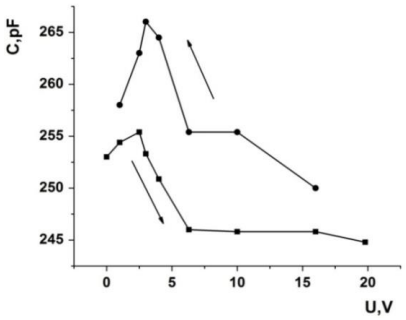


Рисунок 1. Зависимость C=f(U) для чистого бентонита (БТ).

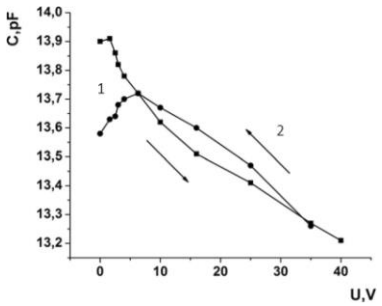


Рисунок 2.Зависимость C=f(U) для композита 60%БТ+40%Fe_2O_3(М2)

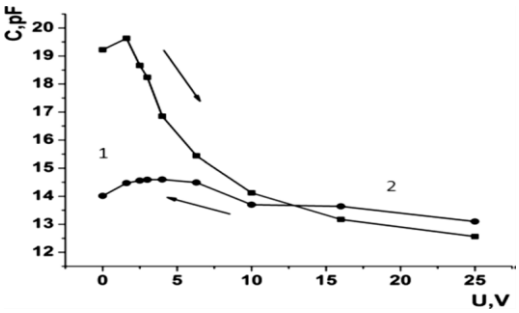


Рисунок 3.Зависимость C=f(U) для композита 60%БТ+40%Fe_2O_3(М1)

Следует подчеркнуть, что в литературе существуют работы [2 с.554-556], в которых вводятся понятие о наличие потенциальных ям при контакте металл-полупроводник (барьер Шоттки), полупроводник- полупроводник, оксидах, наполнитель-матрица (композиты) и др. [1 с. 554-556]. Так, например, вольт-фарадная характеристика (ВФХ) в нелинейных резисторах [3 с.237-240] (варисторах) на основе ZnO объясняется наличием в них потенциальных барьеров (ям) и выведена теоретическая формула зависимости емкости от отношения U/φ_0.

$$\left(\frac{C}{C_0}\right)^2 = \frac{1}{2}\left\{1 + \frac{1}{16}\left(\frac{U}{\varphi_0}\right)^2 + \sqrt{\left[1 + \frac{1}{16}\left(\frac{U}{\varphi_0}\right)^2\right]^2 - \frac{1}{4}\left(\frac{U}{\varphi_0}\right)^2}\right\}, \qquad (2)$$

где C_0 –исходная емкость (Ф), φ_0-высота потенциального барьера (В), U-внешнее поле (В).

Из формулы (2) видно, что отношение C/C_0 зависит от соотношения U/φ_0, а именно, согласно при $U \leq 4\varphi_0$ емкость начинает расти, а при $U > 4\varphi_0$ емкость уменьшается. Используя формулу (2), нами проведен расчет теоретической зависимости емкости от величины внешнего поля. При этом рассматривается два варианта отношения U/U_0: а) $U \leq 4\varphi_0$; б) $U > 4\varphi_0$.

Для теоретического расчета C/C_0 использована программа С++. Результаты расчетов приведены на рисунке 4 (а, б). Из рис.4 (а) видно, что при $U \leq 4\varphi_0$ электроемкость растет и достигает максимума (φ_0=0,05; 0,1; 0,2) (рис.5,а). С

дальнейшим ростом величины внешнего поля емкость уменьшается (рис.4,б). Зависимости электроемкости от постоянного напряжения C=f(U) в чистом бентоните, композитах можно объяснить следующим образом: 1) наблюдаемый рост емкости область (1) в них хорошо согласуется с теоретическим расчетом (рис 4. а, область 1). В этой области выполняется условие $U \leq 4\varphi_0$ (в расчетах $\varphi_0=0{,}05$). 2) Уменьшение емкости (область 2) в этих же образцах с ростом постоянного напряжения также хорошо согласуется с теоретическими расчетами емкости по формуле 1. (рис 5. б, область 2). Другими словами в этой области выполняется условие $U \geq 4\varphi_0$.

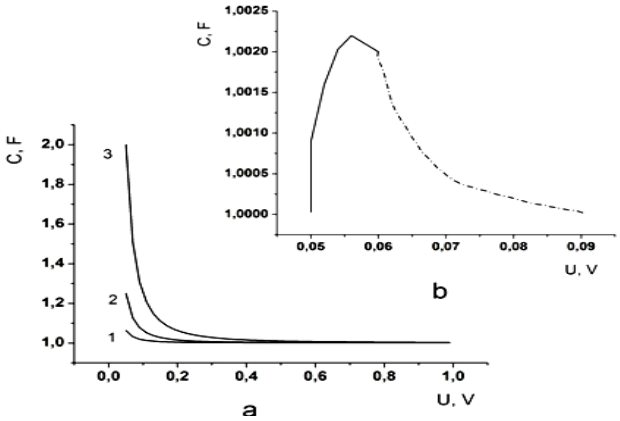


Рисунок 4. Теоретический расчет зависимости электроемкости от постоянного напряжения а)-при $U \leq 4\varphi_0$ (1- $\varphi_0=0{,}05$; $\varphi_0=0{,}1$; $\varphi_0=0{,}2$); б)- при $U > 4\varphi_0$.

Анализ полученных данных позволяют сделать вывод о том, что зависимость C=f(U) для бентонитовых образцов может быть успешно использован в микроэлектронике, электротехнике и т.д., а именно, могут быть созданы емкости, сопротивления параметры, которых могут быть изменены в широком диапазоне напряжения.

Литературы

1. Болтаев А. П., Пудонин,Ф. А. Влияние слабого электрического поля на проводимость в тонких металлических пленках ЖЭТФ 130, 500 (2006)
2. Бондаренко В.Б.,Кудинов Ю.А.,Ершов С.Е.,Кораблев В.В. Естественные неоднородности высоты барьера Шоттки. ФТП, 1998, т.32, №5, с.554-556.
3. Куропаткина С.А.,Раевский И.П., Богатин А.С.. Гигантское увеличение диэлектрической проницаемости и электропроводимости в неоднородных диэлектриках. Известия РАН. Серия физическая.- 2007.-Т.71, № 2. - [С.238-239].

Xülasə

Məqalədə Sabit gərginlikdən asılı olaraq bentonit və modifikasiya edimiş maqnit ferrit hissəcikləri əsasında kompozitlərin elektrik tutumunun qiymətinin dəyişməsi öyrənilmişdir. Elektrik tutumunun birbaşa gərginlikdən asılılığının səbəbi onlarda potensial çəpərin olması və elektrik keçiriciliyinin (σ) tətbiq olunan gərginlikdən asılılığı ola bilər. Tədqiq olunan nümunələrdə təbiətindən və istehsalından asılı olmayaraq, elektrik tutumunun birbaşa gərginliyin qiymətindən asılılığı aşkar edilmişdir.

Summary

The paper studied the change in the electrical capacity of a pure bentonite sample based on bentonite and modified magnetic ferrite particles depending on the constant voltage. The reason for the dependence of capacitance on direct voltage may be the presence of potential barriers in them and the dependence of electrical conductivity (σ) on the applied voltage. Regardless of the nature and manufacture in the studied samples, a dependence of the electrical capacity on the value of the direct voltage was found.

АНИЗОТРОПИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ ОБЛУЧЕННЫХ С ГАММА РАДИАЦИЯМИ

Тагиев М.М[1,2]., Абдуллаева И.А[2]., Абдинова Г.Д[2]., Пириева Т.И[2]., Алиева Х.Ф[2]. Исмиева С.А[2]., Гулиев М.С[3]

[1]Азербайджанский Государственный Экономический Университет, г. Баку,

[2]Институт Физики НАН Азербайджана, г.Баку

[3]Гянджинский Государственный Университет

e-mail: ***mail_tagiyev@mail.ru***

Ключевые слова: экструзия, анизотропия, отжиг, облучения, дефекты.

Создание технологии новых высокоэффективных радиационных материалов и приборов на их основе работающих в экстремальных условиях, или введении в материал с помощью радиационного воздействия строго контролируемого количества и типа стабильных дефектов, повышающих эффективность и надежность этих материалов является актуальной задачей современного материаловедения.

Использование анизотропных термоэлементов (АТЭ) для измерения теплового потока нашли достаточно широкое применение. Механически прочные экструдированные образцы твердых растворов систем Bi-Sb являются перспективным материалом для создания АТЭ в составе различных электронных приборов [1].

С целью изучения влияния гамма квантов в различных дозах на анизотропию электрических свойств образцов твердого раствора $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ исследованы их электропроводность (σ), коэффициенты термоэдс (α) и Холла (R_x) в интервале ~77−300К в параллельном и перпендикулярном направлении оси экструзии.

Исследовались экструдированные образцы твердых растворов $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$, прошедшие термическую обработку и облученных в различных дозах гамма квантами. Полученные результаты представлены на рис.1. В необлученных экструдированных образцах твердого раствора $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ и в этих же образцах облученных гамма квантами электропроводность в направлении оси экструзии ($\sigma_{||}$) больше, чем в перпендикулярном направлении оси экструзии ($\sigma_{\perp}$) во всех исследованных интервалах температур. С ростом дозы гамма квантов в облученных образцах электропроводность уменьшается в обоих направлениях оси экструзии, кроме образца облученного 1Мрад гамма квантами. При этом в необлученных образцах во всех исследованных интервалах температур $\sigma_{||}>\sigma_{\perp}$. В облученных образцах при ~77К с ростом облучения (1,0 Мрад; 10 Мрад; 50 Мрад) коэффициент анизотропии электропроводности $\sigma_{||}>\sigma_{\perp}$ уменьшается и имеет значения 1,25, 1,04 и 0,65 соответственно.

Анизотропия электропроводности в сплавах висмут-сурьма обусловлена двумя факторами-анизотропией поверхностей Ферми экстремумов, участвующих в явлениях переноса и отличием в рассеянии носителей заряда по различным направлениям. Сплавы висмут-сурьма имеют слоистую структуру, то носители тока рассеиваются по различным направлениям неодинаково и с изменением температуры анизотропия электрических параметров изменяются. При ~77К в необлученных образцах и образцах облученых гамма квантами, с ростом дозы облучения анизотропия R_x усилиВается. При горячей экструзии за счет пластической деформации в образцах с образованием текстуры одновременно образуются структурные дефекты которые рассеивают носителей заряда [2].

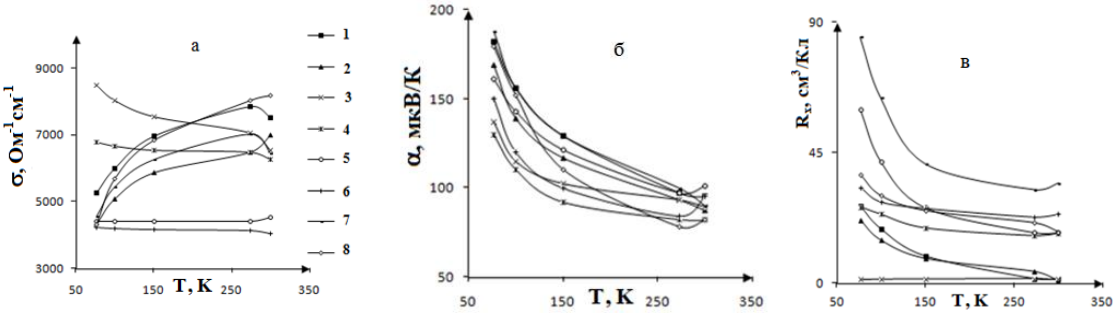


Рис.1. Зависимости электропроводности (а), коэффициентов термоэдс (б) и Холла (в) экструдированных образцов твердого раствора $Bi_{0,85}Sb_{0.15}$ от температуры: 1,2– не облученные образцы; 3-8 –облученные образцы; 3,4 -1Мрад; 5,6-10Мрад; 7,8-50 Мрад. 1,3,5,7 - вдоль оси экструзии, 2,4,6,8 – в перпендикулярном направлении оси экструзии

Структурные дефекты созданные при экструзии рассеивая носителей заряда уменьшают их подвижность. При отжиге уменьшаются концентрации структурных дефектов, т.е. происходит «залечивание» структурных дефектов. Незначительное изменение коэффициента Зеебека (α) при существенном изменении σ показывает, что при отжиге, главным образом, меняется подвижность носителей заряда, т.е. уменьшается концентрация центров (дефектов) рассеяния электронов. Эти изменение особенно наглядно при низких температурах, где роль примесной проводимости и рассеяния электронов на дефектах превалирует. В экструдированных образцах твердых растворов $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ с ростом дозы облучения подвижность растет 2,8 раза, относительно необлученного образца, кроме образцов облученных 1Мрад гамма квантами при ~77К. В образцах облученных гамма квантами 1Мрад концентрация носителей тока растет в ~20 раз относительно необлученного образца, а подвижность уменьшается в ~13 раз в параллельном направлении оси экструзии. В перпендикулярном направлении оси экструзии изменение концентрации носителей тока и подвижность носителей тока в ~1,3 и ~1,1 раза соответственно. Предполагаются значительные отличия изменения подвижности носителей тока в различных направлениях оси экструзии при облучении связано со слоистой структурой кристаллов висмут-сурьма.

Уменьшение подвижности носителей заряда (μ) с ростом концентрации рассеивающихся центров при облучении связано с радиационным введением акцепторных (отрицательно заряженных) центров «нейтрализации», генерируемых вблизи положительно заряженных ионных остатков, где вероятность их возникновения выше (из-за микроскопических механических напряжений решетки), в результате чего происходит частичная нейтрализация ионных остатков, приводящих в конечном счете к снижению эффективности резерфордовского рассеяния на частично

нейтрализованных центрах и повышению подвижности носителей тока. В минимальных дозах облучения, вероятность рождения радиационных дефектов в механически напряженных областях экструдированных образцов твердых растворов $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ существенно выше, чем для в ненапряженных областях. Изменение подсистемы дефектов в исследованных образцах под воздействием гамма излучения изменение спектра локализованных состояний и процесса рассеяния носителей заряда приводит к изменению электрических параметров.

Рассмотренный механизм радиационно-стимулированного снижения эффективности рассеяния на заряженных центрах наблюдается и в области более высоких доз. С повышением дозы облучения доля нейтрализованных ионных остатков возрастает.

Таким образом, анизотропия электрических параметров кристаллов твердых растворов $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$, вызвана текстураобразованием вдоль оси экструзии при пластической (горячей) деформации. При этом коэффициент анизотропии зависит от дозы облучения, что обусловлено, в основном, изменением вклада в проводимость различных носителей заряда от соответствующих Ферми-экстремумов. Изменение подсистемы дефектов в исследованных образцах под воздействием гамма излучения, изменение спектра локализованных состояний и процесса рассеяния носителей заряда приводит к изменению электрических параметров.

Заключение

Уменьшение подвижность носителей заряда (μ) с ростом концентрации рассеивающих центров при облучении в различных направлениях оси экструзии связано с радиационным введением положительно заряженных ионных остатков, где вероятность их возникновения выше из-за микроскопических механических напряжений решетки. Частичная нейтрализация ионных остатков, приводящая к рассеянию на нейтрализованных центрах, увеличивает подвижность носителей тока. При дозах облучения 1 Мрад, вероятность создания радиационных дефектов в образцах существенно выше, чем в необлученных образцах. В экструдированных образцах $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ уменьшение рассеяния на заряженных центрах наблюдается в образцах облученных гамма квантами в высоких дозах (10 и 50 Мрад).

Литература

1. Tagiyev *M. M.* // Russian Physics Journal. V. 60. №10. P.1795-1796. 2018.
2. Abdullayeva I.A, Abdinova G.D, Tagiyev M.M, Samedov O.A. // International Journal of Modern Physics B, Vol. 35, No. 07, 2150099 (9 pages), 2021.

Abstract

The effects of γ-irradiation at various doses on the anisotropy of the electrical properties of extruded samples of the $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ solid solution in the range of ~77–300K have been studied. It was found that in samples irradiated with gamma quanta, electrons scatter more strongly in the perpendicular direction of extrusion than in the direction of the extrusion axis. Therefore, in irradiated samples with annealing, the increase in mobility and electrical conductivity in the direction parallel to the extrusion axis is greater than in the perpendicular direction.

Xülasə

Ekstruziya olunmuş $Bi_{0,85}Sb_{0,15}$ bərk məhlulu ekstruziya nümunələrinin elektrik parametrlərinin anizotropluğuna γ – şüalanmanın təsiri ~77−300K temperatur intervalında tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, γ – şüalarla modifikasiya olunmuş nümunələrdə yükdaşıyıcılar ekstruzya oxuna peripendikulyar istiqamətdə, ekstruziya oxuna paralel

istiqamətə nisbətən daha çox səpilirlər. Ona görə də termik işlənmiş və γ – kvantlarla modifikasiya olunmuş nümunələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyü və elektrk keçiriciliyinin ekstruziya oxuna paralel istiqamətdə artması, ekstruziya oxuna peripendikuliyar istiqamətdə nisbətən daha çoxdur.

НОВЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИК - ФОТОПРИЕМНИКОВ И ЛАЗЕРОВ

[1]Д.ф.м.н. Алиев В.А., [2]доц. Рустамов В.Дж.
[1]Институт физики Министерства науки и образования г. Баку,
[2]Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова. Полупроводники, ИК-фотоприемники, лазеры, модуль упругости, удельное сопротивление

Keywords. Semiconductors, IR-detectors, lasers, modulus of elasticity, the specific resistance.

В последние годы наметился важный прорыв в разработке ИК перестраиваемых лазеров и фотоприемников на основе полупроводников. Это, в первую очередь, связано с созданием совершенных гетероструктур и однородных сильно легированных кристаллов.

Если ширина запрещенной зоны и эффективная масса носителей тока в различных полупроводниках в основном определяются их составом (химической формулой), то большинство свойств: тип проводимости, подвижность носителей, время жизни, коэффициенты поглощения и теплопроводности и др., в значительной мере зависят от легирующих примесей. По совокупности таких параметров для различных задач выбираются наиболее эффективные материалы. В частности, для полупроводниковых лазеров и фотоприемников оптимизация их характеристик: порогового тока (рабочей температуры), мощности излучения, чувствительности и др., проводится с учетом влияния легирования на электрические, оптические и тепловые свойства материалов. Однако наши последние исследования [1] показали, что новым важным ресурсом в совершенствовании их характеристик являются и механические упругие свойства (модуль упругости, предельная упругая деформация), модифицированные при легировании некоторыми примесями.

В настоящем сообщении рассматриваются ситуации, когда при расширении диапазона упругой деформации в полупроводниковых лазерах снижается пороговый ток, а в фотоприемниках значительно возрастает удельное сопротивление, а, следовательно, и чувствительность.

Известно, что благодаря уменьшению активного объема и эффектам ограничения, значительное снижение пороговых токов достигнуто в лазерах на основе гетероструктур. Во многих случаях для расширения спектрального диапазона в качестве активных слоев используются многокомпонентные твердые растворы. Как следует из экспериментов и расчетов, в процессе создания гетероструктур происходит заметная взаимодиффузия компонентов твердых растворов. В результате, даже в структурах, задуманных как изопериодные, в эмиттерах и активной области лазеров формируются рассогласованные области. В большинство случаев их не удается избежать и при изменении профиля составов в гетероструктуре. Соответствующие рассогласованиям напряжения превосходят предел упругости – их релаксация приводит

высвобождению дислокаций от центров закрепления. Из-за роста безызлучательной рекомбинации пороговый ток повышается согласно:

$$I_n \approx \left(\frac{\tau_{эф}}{\tau}\right)^{-1} = \frac{d + 2S\tau}{d},$$

где $\tau_{эф}$ - время жизни с учетом центров рекомбинации при рассогласовании; τ - время жизни в активной области; d - толщина активной области; S - скорость поверхностной рекомбинации (в данном случае распределенной по некоторой толщине в активной области лазеров). В свою очередь:

$$S = \sigma \cdot \upsilon \cdot N$$

здесь $\sigma = a^2$ - сечение рекомбинации; υ - тепловая скорость носителей тока; a - параметр кристаллической решетки; N- плотность центров рекомбинации, равная:

$$N = \frac{1}{a^2} \cdot \frac{\Delta a}{a}$$

Принимаем, что при плавном рассогласовании $\frac{\Delta a}{a}$ соответствует его максимуму. В качестве примера рассмотрим гетероструктуры в системе полупроводников IV-VI: PbSeTe – PbSnSeTe. Рассогласование $\frac{\Delta a}{a}$ в активной области при температуре эпитаксии составляет $(1 \div 3) \cdot 10^{-3}$. С другой стороны, из измерений времени жизни в активном слое гетероструктур и амплитудной зависимости внутреннего трения более половины всего количества дефектов появляется при деформации $(1 \div 2) \cdot 10^{-3}$. Тогда с учетом $\upsilon = 3.10^7$ cm/c, $\tau = 5.10^{-9} \div 10^{-8}$c, d = 0,6 мкм из-за диффузионного рассогласования измеряемый пороговый ток I_n возрастает на порядок и более.

Важно подчеркнуть, что предельные упругие напряжения при исследовании внутреннего трения определяются по критическим амплитудам колебаний (когда существенно изменяется производная потери энергии от амплитуды колебаний) со слабой температурной зависимостью, т.е. с сильными центрами плотностью дислокации пластическая деформация возникает в сравнительно меньшем или большем количестве локальных объемов разной величины. При большой плотности дислокаций она приближается к пределу упругости, для образцов с меньшей плотностью дислокаций - это начальная стадия пластической деформации. Но и в этом случае влияние на пороговый ток значительно. Как показывают расчеты, если рассогласование составляет половину предельного, то пороговый ток возрастает в 5 ÷ 6 раз.

Когда ресурс по предельной упругой деформации структурах исчерпан, то предельное напряжение $\sigma_м = \frac{E}{1-\nu} \cdot \frac{\Delta a}{a}$, (где ν - коэффициент Пуассона) может быть увеличено за счет возрастания модуля упругости E и критической упругой деформации $\varepsilon_{кр}$. Как показали наши исследования, модуль упругости в полупроводниках IV - VI возрастает в 2,5 ÷ 3 раза, а критическая упругая деформация в 3,5 ÷ 4 раза при легировании примесями Cr, Ca, Mn на уровне ≤ 0,01. Все эти примеси уменьшают параметр решетки и в условиях ее сжатия возникает барьер для зарождения и движения дислокации. Однако, наиболее нейтральным по отношению к излучательным переходам в полупроводниках IV - VI является примесь марганца.

Введением коэффициента

$$\frac{n_{пр} - n_{нест}}{n_{нест}}$$

в знаменатель формулы для плотности дефектов при концентрации легирующей примеси $n_{пр} \approx 10^{20}$см$^{-3}$ и концентрации нестехиометрических дефектов $n_{нест} \approx 10^{18}$см$^{-3}$ становится ясным, что даже при рассогласовании в активной области пороговый ток будет понижен, а рабочие температуры лазеров существенно возрастут.

Один из вышеуказанных примесей - хром, наряду с расширением диапазона упругой деформации, обладает свойством стабилизации уровня Ферми. В условиях стабилизации уровня Ферми при возрастании концентрации данной примеси или других, уровень, Ферми не изменяет своего положения. Когда некоторая примесь превышает по концентрации ($10^{19} \div 10^{20}$см$^{-3}$) нестехиометрические и другие электрически активные дефекты и может в матрице кристалла принимать разновалентные состояния, в том числе донорные и акцепторные, устанавливается определенное соотношение занятых состояний между ними, а положение уровня Ферми меняется только в зависимости от составов твердых растворов.

В твердых растворах PbSnSe(Te) с повышением содержания олова стабилизированный уровень Ферми смещается от края зоны проводимости к валентной, т.к. растет количество вакансий в подрешетке металла – равновесие смещается в сторону акцепторных состояний. Несмотря на то, что уровень хрома расположен выше края зоны проводимости (~100meV) скорость его смещения с составом (8 meV на 1% SnTe) превышает почти в 2 раза скорость уменьшения ширины запрещенной зоны (4,8 meV 1% SnTe), и поэтому для некоторых составов твердых растворов опускается даже середины запрещенной зоны, переходя в акцепторное состояние. Если стабилизированный уровень Ферми для некоторого состава совпадает с серединой запрещенной зоны и удален от краев зон на значительные энергии – (7 ÷ 9)кТ, то удельное сопротивление полупроводника существенно возрастает и становится возможным осуществить эффективный фотоприемник при максимальной температуре.

Интересно поведение уровня хрома в PbSnTe и при гидростатическом давлении – уровень слабо смешается относительно середины запрещенной зоны. Ясно, что в некоторых составах PbSnTe, когда стабилизированный уровень хрома залегает в запрещенной зоне, при сжатии в связи с отрицательным коэффициентом изменения ширины запрещенной зоны с давлением происходит переход диэлектрик-металл. Но если каким-либо образом удастся растянуть полупроводник, будет наблюдаться обратный эффект. Модель диэлектрического состояния в узкозонном полупроводнике, используя указанные эффекты при легировании примесями, предполагает расширение запрещенной зоны и проникновение вглубь запрещенной зоны (или углублении) донорного или акцепторного уровня. Расчеты показывают, чтобы уровень Ферми отстоял от края зон энергии (7 ÷ 9)kT, расширение зон узкозонных полупроводниках должно составлять ~100meV. В пределах упругой деформации 8.10^{-3}, достигаемой при легировании хромом, разница между деформационными потенциалами электронов и дырок должна выть порядка 10 meV. Оказалось, что вышеперечисленные условия могут быть реализованы при растяжении полупроводника путем роста тонких напряженных слоев, например, PbSnTe на подложках BaSeTe с большим параметром кристаллической решетки. Для конкретного состава PbSnTe:Cr с содержанием SnTe = 0,3 и Cr = 0,5 ат% при росте на подложке BaSeTe с содержанием BaTe – 0,15 рассогласование составляет 5.10^{-3} и соответствующее напряжение - 8кбар. Ширина запрещенной зоны возрастает на 60 meV и достигает 140 meV (λ = 9 мкм) при 100К, а уровень хрома удаляется от вершины валентной зоны на 60 meV. Соотношение

удельного сопротивления полупроводника в напряженном и нормальном состояниях по расчетам составляет 4÷5 порядков. Для перекрытия фотоприемниками области спектра 3÷20 мкм соответствующие составы твердых растворов будут отдельно легированы также галлием и ванадием.

Таким образом, создание диэлектрического состояния в узкозонных полупроводниках IV - VI становится при выполнении трех условий:

а) при формировании напряжения для смещения уровня примеси в запрещенную зону с удалением от краев зон на энергии (7÷9) kT;

б) при осуществлении соответствия такого напряжения диапазону упругой деформации исследуемого состава твердого раствора;

в) при выборе подложек с подобной кристаллографической структурой и составом для необходимого рассогласования.

В заключение отметим, что одновременная стабилизация уровня Ферми и расширение диапазона упругой деформации при легировании полупроводников IV - VI некоторыми примесями преобразуют первоначально дефектный, нестехиометрический материал в совершенный, однородный и с большими возможностями по управлению энергетическим спектром носителей заряда. Это обстоятельство может стать фактором для дальнейшего применения полупроводников IV – VI в ИК оптоэлектронике.

Литература

1. Алиев В.А., Гегиадзе Г.Г., Кекелидзе Н.П. Особенности формирования изопериодных гетероструктур на основе многокомпонентных твердых растворов соединений IV-VI. - *Scientific News*, 2001, 3, 3.

Abstract

For semiconductor lasers and IR-detectors, the optimization of their characteristics is carried out taking into account the effect of doping on the electrical, optical, and thermal properties of materials. However, our studies have shown that a new important resource in improving their characteristics is also mechanical elastic properties (modulus of elasticity, ultimate elastic deformation), modified by alloying with some impurities.

In this article, situations are considered when, with the expansion of the range of elastic deformation in semiconductor lasers, the threshold current decreases, and in IR-detectors, the specific resistance and, consequently, the sensitivity increase significantly.

METAL DECORATION OF CARBON NANOTUBES FOR SELECTIVE DETECTION OF TOXIC GASES AT ROOM TEMPERATURE

Musayeva N.* [*], *Khalilova H., Izzatov B., Quluzade S., Ahmadova Sh., Alizade M.
Institute of Physics, AMSE H.Javid ave., 131, AZ1143, Baku, Azerbaijan
Corresponding author: N.Musayeva (nmusayeva@physics.science.az), Tel:0503025647

Keywords: nanoparticles, carbon nanotubes, sensors, hydrogen sulfide, nitrogen dioxide.

Ключевые слова: наночастицы, углеродные нанотрубки, сенсоры, сероводород, диоксид азота.

Introduction

Recently, the pollution of atmosphere by various anthropogenic emissions has become one of the most important problems of mankind. It is known, that over time these pollutants cause serious damage to all the ecosystem components, including human health. In addition, the atmosphere pollution leads to such global problems as climate change, ozone layer depletion, acid rains, and deforestation, etc.[1].

In order to minimize the environmental impact of harmful pollutants and to ensure the safety of both industrial operations and transport facilities it is important to develop new monitoring methods. The preparation of new sensors comprised of different nanocomposites for use in remote air pollution controlling systems is one of the most prominent potential solutions for this problem.

Most of the gas analyzing sensors are electrochemical sensors based on semiconductor metal oxides (MO). Optical sensors are also used in certain cases. For many years, the sensors used for detecting gaseous pollutants have been synthesized from semiconducting metal oxides (mainly SnO_2, and the oxides of other metals) [2]. The biggest drawback of most MO based sensors is their low selectivity and the relatively high operating temperature.

Carbon nanotubes (CNTs) are a part of the novel materials with distinctive chemical and physical properties used as sensors for harmful emissions detecting [3]. However, pristine CNTs are known as inert materials to environmental influences. Functionalization of CNTs activates their outer walls in terms of the environmental effect, while improving the adsorption properties that create a wide opportunity for sensor applications.

In many cases, the combination of 2 or 3 materials with different properties creates a new composite with high sensing properties. The decoration of CNTs with metals and metal oxide nanoparticles have been reported in the publications of authors [4]. Pt decorated SWCNTs are effective NO_2 gas sensors [5].

This work discusses the results of the researches carried out to synthesize and study the sensing properties of MWCNTs decorated with copper (Cu) and nickel (Ni) nanoparticles, while at the same time providing comparative analyzes of the findings. H_2S, NO_2 gases, ammonia (NH_3), ethanol and water vapor were used during the studies.

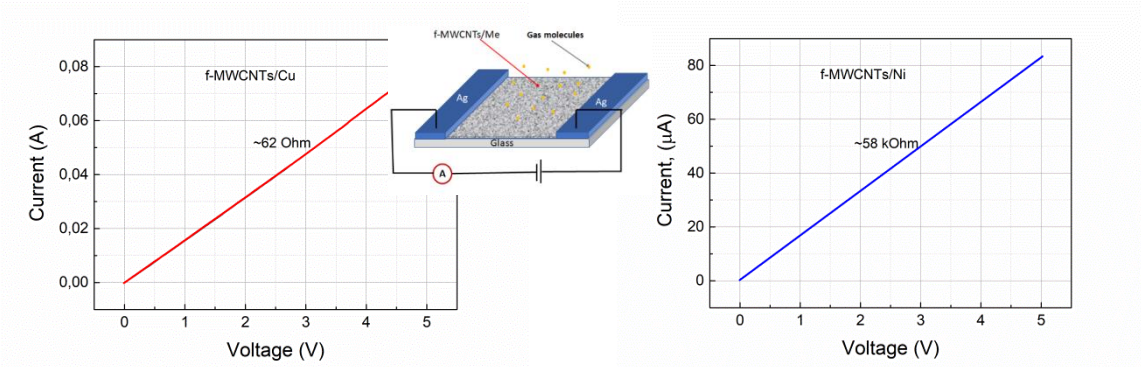
Materials and methods

The functionalized MWCNTs (f-MWCNTs) were decorated with Ni and Cu by electrochemical method. $NiSO_4$ and $CuSO_4$ based electrolytes were used for metal deposition.

A graphite or nickel electrode is used for the cathode, and a structure consisting of the closely spaced f - MWCNTs on the substrate is used for the anode.

Raman spectrometer EnSpecter R532 setup with green laser line 532 nm and FTIR Shimadzu -1 were used for material characterization.

The structures – f-MWCNTs/Ni and f-MWCNTs/Cu were prepared with Ag contacts to study the sensor properties. The stability of their initial resistance was tested and the I-V characteristics were studied (Fig.1).



(a) ***(b)***

Fig.1. Sensor structure (left) and I-V characteristics (right) of the Ag-f-MWCNTs/Me-Ag structures

Results

H_2S Sensing

Fig.2 shows the responses of f-MWCNTs/Cu nano-composites obtained by electrochemical deposition methods to H_2S gas. The resistance of the sample increases under H_2S gas influence.

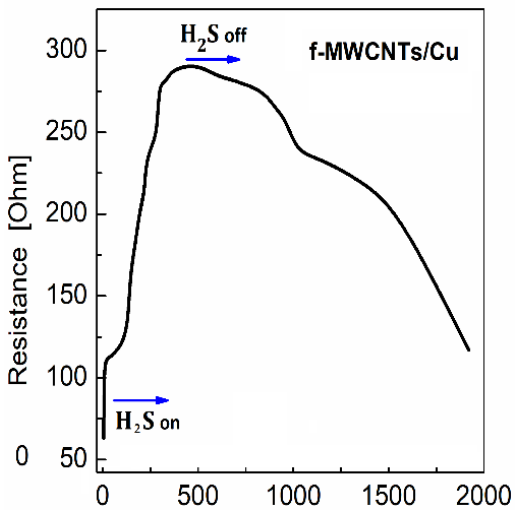


Fig.2. Sensitivity of the f-MWCNTs/Cu nanocomposite prepared by electrochemical deposition method.

In order to assess the selectivity of the sensors, several gaseous media (ammonia, ethanol, methanol, and several common organic solvents) were tested under the same conditions. Although the concentration of these gases and vapors in the test box was 10–15 times higher (100–150 ppm) than the concentration of H_2S, the sensor demonstrated 10 times lower sensitivity to these gases compared to H_2S.

NO_2 gas sensing

Fig. 3 presents the sensing response of f-MWCNTs structure to NO_2 gas before and after Ni decoration at room temperature. As it can be seen from the figure, the resistance of f-MWCNTs based sensor structure increases slightly and the change is about 10% during 30 sec. However, after decoration with Ni nanoparticles the resistance of the f-MWCNTs/Ni sensor structure decreases by 60% within 20 seconds.

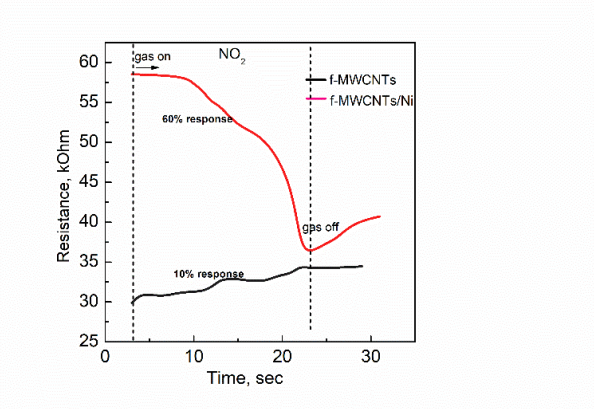


Fig 3. Comparison of the NO_2 - response curves of the f-MWCNTs and f-MWCNTs/Ni structures

Based on the research results we can conclude that metal decoration allows obtaining highly sensitive and selective sensors for toxic gas detection.

References

1.Manucci PM, Franchini M. Int J Environ Res Public Health. **2017,** 14, p.1048.

2.Girija, K. G., Somasundaram, K., Topkar, A., & Vatsa, R. K. (2016). . *Journal of Alloys and Compounds*, **2016** *684, pp.15–20.*

3.T. Ueda, M. M. H. Bhuiyan, H. Norimatsu, S. Katsuki, T.Ikegami, and F. Mitsugi, Physica E, **2008** ,vol. 40, no. 7, pp. 2272–2277, 2008.

4.Choi, S.-W., Kim, J., & Byun, Y. T.. Sensors and Actuators B: Chemical, **2017**, 238, 1032–1042.

5.Lich, N. Q., Thanh, T. P., Truong, D. V., Kien, P. T., Tu, N. C., Bac, L. H., Lam, N. H. *Materials Transactions, **2015,** 56(9), 1399–1402.*

Xülasə

Məqalədə hidrogen-sulfid (H_2S) və azot-dioksid (NO_2) kimi zərərli qazların otaq temperaturunda aşkarlanması üçün yüksək həssaslığa və selektivliyə malik sensorlar əldə etmək üçün karbon nanoborular (KNB) və metal nanohissəciklər (MNH) əsasında yeni nanomaterialların işlənib hazırlanması üzrə aparılan tədqiqatların nəticələri təqdim olunur.

Резюме

В статье приведены результаты разработки нового наноматериала на основе углеродных нанотрубок (УНТ) и металлических наночастиц (МНЧ) для получения высокочувствительных и селективных сенсоров с целью обнаружения токсичных газов, таких как сероводород (H_2S) и двуокись азота (NO_2) при комнатной температуре.

МИКРОСТРУКТУРА ТОНКИХ ПЛЕНОК ZnO НА ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПОДЛОЖКАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ ОСАЖДЕНИЕМ

[1]Гременок В.Ф*., профессор, [2]Петлицкий А.Н., доцент, [2]Петлицкая Т.В., доцент
[3]Мусаева Н.Н., доцент, [4]Рустамов В.Дж., доцент
[1]Минск, Республика Беларусь, ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»
[2]Минск, Республика Беларусь, ГЦ «Белмикроанализ» г. Минск,
[3]Институт Физики МНО Азербайджана,
[4]Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: ZnO, тонкие пленки, электроосаждение, микроструктура.
Key words: ZnO, thin films, electrodeposition, microstructure.

Введение

Широкозонный полупроводник оксида цинка (ZnO) в форме тонких пленок активно применяться в качестве прозрачного контакта в широком классе приборов микро- и оптоэлектроники, включая солнечные элементы, жидкокристаллические дисплеи и др [1,2]. Основным преимуществом ZnO по сравнению с аналогичными прозрачными токопроводящими материалами, такими как In_2O_3:Sn (ITO) и Sn_2O_3:F (FTO) является широкая доступность цинка в природе и, как следствие, его низкая стоимость [1-4]. Удельное электрическое сопротивление, тип проводимости и другие важные электрофизические свойства ZnO могут регулироваться путем варьирования условий получения, а также введением в состав материала легирующих добавок [5].

В настоящей работе представлен двухстадийный метод получения тонких пленок ZnO на прозрачных токопроводящих подложках путем электрохимического осаждения с последующим отжигом. Микроструктура пленок исследована в зависимости от условий их получения.

Материалы и методика

В качестве подложек использовано стекло Sigma-Aldrich 735256-5EA с токопроводящим подслоем SnO_2:F (FTO). Подложки были предварительно обезжирены ацетоном, промыты дистиллированной водой и просушены горячим воздухом. Получение пленок ZnO проводилось методом электрохимического осаждения. В качестве электролита использовался раствор объемом 0.5л, содержащий 0.05M $ZnNO_3$ (pH = 5.5). Осаждение проводилось при температуре электролита 85°C и катодной плотности тока 0.2 мА/см^2 при непрерывном интенсивном перемешивании электролита магнитной мешалкой. Время осаждения варьировалось от 5 до 25 мин для получения образцов пленок с различными толщинами. Расчетная скорость роста пленки составила порядка 12 нм/мин. Площадь поверхности пленок составила порядка 5 см^2. После электрохимического осаждения пленки ZnO отжигались на воздухе при 450 °C в течение 60 минут.

Исследование фазового состава пленок проводилось с использованием дифрактометра D8 Advance (BrukerAXS) на CuK_α излучении (λ=0.1542 нм), фильтрованным многослойным Ni/графитовым монохроматором, с измерением 2θ в диапазоне от 10 до 100° и шагом 0.01°.Анализ фазового состава производился с использованием базы данных Crystallography Open Database (COD). Морфология поверхности тонких пленок исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе LEO1455VP при ускоряющем напряжении 20 kV и изучалась с помощью детектора вторичных электронов (SE), фазовый контраст

наблюдался в отраженных электронах с помощью четырехсекционного детектора обратно отраженных электронов (QBSD).

Результаты

На рисунках 1 и 2 представлены рентгенограммы пленок до и после отжига в зависимости от времени электрохимического осаждения.

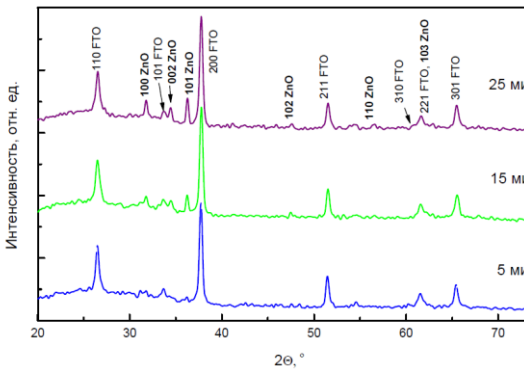


Рис. 1 – Рентгенограммы тонких пленок ZnO в зависимости от времени осаждения (без отжига)

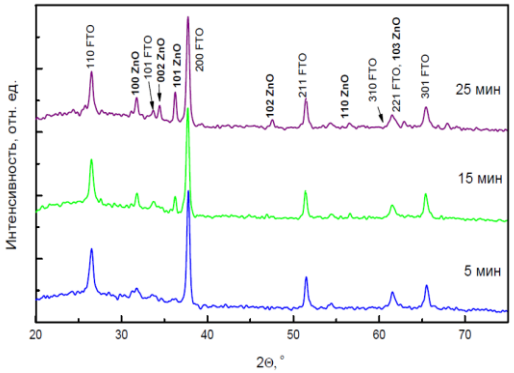
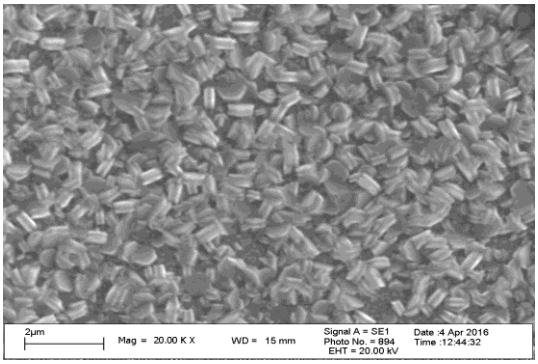


Рис.2 – Рентгенограммы пленок ZnO в зависимости от времени осаждения (после отжига при 450°C)

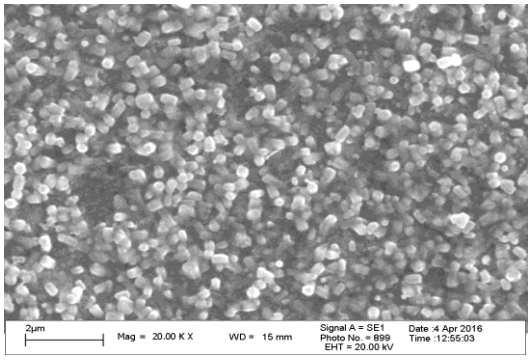
В составе образцов присутствуют только основная фаза ZnO и фаза подложки FTO. Фаза ZnO имеет гексагональную структуру и представлена на рентгенограмме рефлексами 100, 002, 102, 101, 110, 103. Фаза подложки FTO, имеющая тетрагональную структуру, представлена на рентгенограмме рефлексами 110, 101, 200, 211, 310, 221, 301. Отжиг практически не влияет на кристаллическую структуру полученных пленок ZnO. Средние параметры элементарной ячейки для ZnO равны a = 3.248 ± 0.001 Å, c = 5.211 ± 0.005 Å, а для FTO равны a = 4.759 ± 0.001 Å, c = 3.203 ± 0.004 Å. Кристаллическая фаза ZnO в пленках, полученных в диапазоне продолжительности осаждения от 5 до 25 мин, имеет поликристаллическую природу без какой-либо преимущественной ориентации. Слабо выраженная ориентация синтезированных пленок в направлении [001] появляется в некоторых случаях при увеличении продолжительности осаждения до 50 мин. Термическая обработка и наличие/отсутствие слоя ZnO на поверхности FTO не оказывают влияния на параметры решетки подслоя FTO. Зависимости параметров элементарной ячейки ZnO от времени осаждения выявлено не было.

Морфология поверхности тонких пленок ZnO до и после отжига представлены на рис. 3. На снимках до отжига видно, что кристаллы имеют лепестковое строение. После отжига происходит склеивание лепестков, и кристаллы приобретают вид компактных гексагональных наностолбиков. Средний размер кристаллов равен 0.73 мкм до отжига и 0.46 мкм после отжига.

Морфология поверхности осажденных пленок ZnO аналогична пленкам, полученным в [6]. Пленки были представлены хаотично ориентированными гексагональными кристаллитами, размер которых составлял около 1.0 мкм. Однако в настоящей работе кристаллические зерна представляют собой двойные гексагональные пластины. В ряде исследований, например, в [7], электроосажденные пленки ZnO имели выраженную пористую морфологию. Пленки оксида цинка, полученные в этом исследовании, обладают гораздо более компактной и плотноупакованной структурой поверхности.



(а)



(б)

Рис. 3 – СЭМ-снимки поверхности электрохимически осажденных пленок ZnO: (а) до отжига; (б) После отжига при 450 °С в течение 1 часа

Таким образом, в настоящей работе представлен двухстадийный метод получения тонких пленок ZnO, а также результаты исследования их микроструктуры в зависимости от условий получения. Полученные результаты будут использованы для дальнейшего развития технологии получения пленок ZnO и создания приборных структур на их основе.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии».

Литература

1. S. Vyas. Johnson Matthey Technol. Rev. **64, (2)**, 202 (2020).
2. P. Mele. ZnO Thin Films: Properties, Performance and Applications, Materials Science, Materials Science and Technologies, Nova, Technology and Engineering (2019).
3. V.A. Coleman, A. Victoria, C. Jagadish. Basic Properties and Applications of ZnO, Zinc Oxide Bulk, Thin Films and Nanostructures, Elsevier Science Ltd, Amsterdam (2006).
4. M.N. Kamalasanan, S. Chandra. Thin Solid Films **288**, 112 (1996).
5. E.P. Zaretskaya, V.F. Gremenok, A.V. Semchenko, V.V. Sidsky, R.L. Juškenas. Semiconductors **49**, 1253 (2015).
6. M. Izaki. J. Electrochem. Soc. **146**, 4517 (1999).
7. T. Yoshida, D. Komatsu, N. Shimokawa, H. Minoura. Thin solid films **451**, 166 (2004).

Abstract

The effect of the electrochemical deposition time and the heat treatment at 450 °C on the phase composition, lattice parameters, grain size and surface morphology of ZnO thin films has been investigated. According to the quantitative X-ray phase analysis, the empirical ratios predicting molar composition and the FTO/ZnO thickness ratio depending on the specific charge passed through the substrate during the film formation are established. An average size of the crystallites before the heat treatment is 0.727 µm, and after the treatment, it is 0.455 µm.

PEQ-DEKSTRAN-SU İKİFAZALI SİSTEMLƏRİNİN HAL DİAQRAMINA $Na_2C_4H_4O_4$ VƏ $NaC_4H_5O_6$ DUZLARININ TƏSİRİ

Əhmədova A. İ., f.r.e.n. Həsənov N. H.
Bakı Dövlət Universiteti. Bakı
aysuehmedova502@gmail.com

Açar sözlər: Polietilenqlikol, dekstran, ikifazalı sistemlər, binodal əyrisi, $Na_2C_4H_4O_4$, $NaC_4H_5O_6$.

Ключевые слова: полиэтиленгликоль, декстран, двухфазные системы, бинодаль, $Na_2C_4H_4O_4$, $NaC_4H_5O_6$.

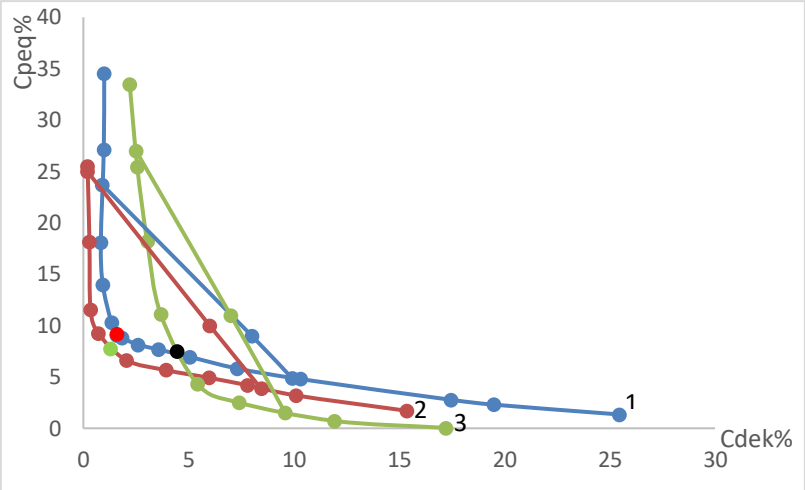
Key words: Polyethylene glycol, dextran, two-phase systems, binodal curve, $Na_2C_4H_4O_4$, $NaC_4H_5O_6$.

Hazırda biotexonologiya sürətlə inkişaf edən bir sahədir və insan həyatının keyfiyyət səviyyəsini artırmaq üçün gen mühəndisliyi, molekulyar biologiya kimi sahələrdə yeni bioloji məhsullar istehsal edilir, hansı ki, onların əksəriyyəti qarışıq və ya məhlullardır. Bioloji aktiv maddələrin tədqiqi, onların qarışıqlarından kompanentlərin ayrılması və təmizlənməsi, bu kompanentlərin hər birinin ayrılıqda tədqiqi yeyinti, farmakologiya və tibb sahəsində geniş tətbiq olunur.Bu tip sistemləri ayırmaq məqsədilə müxtəlif metodlardan istifadə edilir. Məhz ikifazalı sulu polimer sistemləri də onlardan ən geniş tətbiq olunanıdır. P.O.Albertson tərəfindən işlənmiş bu sistemlərdə sistemin eyni zamanda mövcud olan fazalarının hidrofobluqları bir-birindən fərqləndiyi üçün paylanan maddələrin molekullarının fazalardan birində toplanması prosesi baş verir. Bunun nəticəsində isə proses sürətlənir və böyük həcmə malik təmiz maddə əldə olunmasına əlverişli şərait yaradır. Bir-birindən fiziki və kimyəvi xassələrinə görə fərqlənən iki polimerin və ya bir polimer və bəzi duzların sulu məhlullarının qarışığı, kompanentlərin konsentrasiyalarının müəyyən qiymətindən sonra bir-birində həll olmada məhdudiyyət yaranır və faza əmələ gəlir. Belə sistemlər ikifazalı sistemlər adlanır.

Ən geniş istifadə olunan sulu ikifazalı sistemlərdən biri dekstran və polietilenqlikol (PEQ) və ya dekstran və fikol ikifazalı sistemləridir.

Təqdim olunan işin əsas məqsədi PEQ-Dekstran-su ikifazalı sisteminin faza diaqramının və birləşdirici xəttin qurulması, sistemin kritik nöqtəsinin təyin olunması və baxılan sistemin faza diaqramına $Na_2C_4H_4O_4$ və $NaC_4H_5O_6$ duzlarının təsirinin öyrənilməsindən ibarətdir. İşdə polimerlərin PEQ (6000) və Dekstran (40000) fraksiyaları vasitəsilə alınmış PEQ-Dekstran-su ikifazalı sistemləri tədqiq edilmişdir.

İstifadə olunmuş polimerlərin yüksək konsentrasiyalı (C_{PEQ}=38.84% və C_{Dek}=20.86%) məhlulları hazırlanmış və ikifazalı sistemlərin binodal əyriləri və birləşdirici xətləri qurulmuşdur.



Şəkil 1. PEQ-dekstran-su ikifazalı sisteminə duz əlavə olunmamış hal (1), 0.20 mol/kq $Na_2C_4H_4O_4$ duzu əlavə olunmuş (2) və 0.25 mol/kq $NaC_4H_5O_6$ duzu əlavə olunmuş hal (3) (t=16°C).

y_1= -2.08x + 25.6, y_2 = -2.56x + 25.46 və y_3 = -3.50x + 35.70

İstifadə olunan sistemlərdə fazalara ayrılma sentrifuqa vasitəsilə 10 dəq 4400q sürətləndirilmişdir.

Əvvəlcə polimerlərin, sonra 0.20 mol/kq $Na_2C_4H_4O_4$ və daha sonra isə 0.25 mol/kq $NaC_4H_5O_6$ üzvi duzlarının məhlullarının iştirakı ilə təcrübə aparılmışdır.

Nəticə olaraq, şəkildən də göründüyü kimi, 0.20 mol/kq $Na_2C_4H_4O_4$ duzunun təsiri ilə PEQ-Dekstran-su ikifazalı sisteminin binodalı koordinat başlanğıcına doğru sürüşmüş, birləşdirici xəttin meyl bucağı böyümüş, binodal əyrisinə uyğun kritik nöqtə isə sola doğru sürüşmüşdür. Buna səbəb $Na_2C_4H_4O_4$ duzunun təsiri ilə mühitdə sərbəst su molekullarının sayı azalır, su daha da strukturlaşır və həllolma prosesi çətinləşir. İkifazalı sistemə bu duzun təsiri ilə fazalara ayrılma prosesi sürətlənir və fazaəmələgəlmə polimerlərin daha kiçik konsentrasiyalarında baş verir. Bundan fərqli olaraq 0.25 mol/kq $NaC_4H_5O_6$ duzunun təsiri ilə PEQ-Dekstran-su ikifazalı sisteminin binodalı koordinat başlanğıcından uzaqlaşmış, birləşdirici xəttin meyl bucağı böymüş, binodal əyrisinə uyğun kritik nöqtə isə sağa doğru sürüşmüşdür. Duzun təsiri ilə mühitdə sərbəst su molekullarının sayı artır, bağlı su molekullarının sayı isə azalır. Beləliklə, ikifazalı sistemdə suyun strukturu dağıdılmışdır. Bunun nəticəsində həllolma prosesi asanlaşır və ikifazalı sistemlərin kompanentlərinin daha böyük konsentrasiyalarında faza əmələ gəlir.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə. Bioloji sistemlərdə suyun rolu. Hidrofobluq.// Monoqrafiya. 2008-328 s.
2. Bağırov T.O. İkifazalı sulu polimer sistemləri və onların əsas xarakteristikaları//Bakı, BDU, 2005, 56 s.
3. Мамедова Г., Багиров Т. Структура воды в сосуществующих фазах двухфазных систем декстран-ПЭГ-вода// BDU, fizika fakültəsi Lev Landau-100 gənc tədqiqatçıların respublika elmi konfransı, may 2008, 70 s.
4. Масимов Э.А., Багирова С.Р., Багиров Т.О. Исследование структуры воды в сосуществующих фазах двухфазных систем декстран-полиэтиленгликол-вода-Структура и динамика молекулярных систем// 2008, №1,с 14

5. P.A.Albertsson, Partition of cell particles and macromolecules// 3rd Ed.,Willey Press: New York, 1986, 396 p.
6. Zaslavsky B.Y., Masimov E.A., Methods of Analysis of the relative hydrophobity of biological solutes// Topics current chemistry. 1988-146 p.

Резюме

В представленной работе исследована фазовая диаграмма, которая является одной из основных характеристик водной двухфазной системы ПЭК-Дэк. Исследовано влияние 0,20 моль/кг солей $Na_2C_4H_4O_4$ и 0,25 моль/кг $NaC_4H_5O_6$ на фазовая диаграмма. Установлено, что соль Na2C4H4O4 структурирует воду в окружающей среде, а соль NaC4H5O6 разрушает структуру воды.

Summary

In the presented work, the phase diagram, which is one of the main characteristics of the PEQ-Dek-water two-phase system, was studied. The effect of 0.20 mol/kg $Na_2C_4H_4O_4$ and 0.25 mol/kg $NaC_4H_5O_6$ salts on the phase diagram was considered. It was found that $Na_2C_4H_4O_4$ salt structures water in the surroundings, while $NaC_4H_5O_6$ salt destroys water structure.

HƏLLOLMANIN TERMODİNAMİK PARAMETRLƏRİNİN POLİMERİN QURULUŞUNDAN ASILILIĞI

Dos. İsmayılov E.X., Həsrətov X.N.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: termodinamik parametr, polimer, entropiya, makromolekul, həllolma
Ключевые слова: термодинамический параметр, полимер, энтропия, макромолекула, растворимость
Key words: thermodynamic parameter, polymer, entropy, macromolecule, solubility

Həllolmanın termodinamik parametrləri polimer zəncirinin quruluşundan, mütəhərrikliyindən, qablaşma sıxlığından, molyar kütləsindən və onun fiziki və faza halından asılıdır.

Mütəhərrik zəncirli polimerlərin polyarlığı adətən kiçik olur və onlar polyar olmayan və ya polyarlığı az olan həlledicilərdə həll olurlar. Bu zaman həllolma entalpiyası həm müsbət, həm də mənfi qiymətlər alaraq ədədi qiymətcə kiçik olur. Bu, o deməkdir ki, mütəhərrik zəncirli polimerlərin həll olmasında həllolma entropiyası mühüm rol oynayır. Lakin polimerdə mütəhərrik zəncirlərin olması nəticəsində onların manqalarının həlledici molekulları ilə yerdəyişmə imkanı yaranır ki, bu da öz növbəsində kombinator entropiyanın müsbət qiymətlərinin artaraq ideal həllolma entropiyasının qiymətlərindən çox böyük olmasına gətirib çıxırlar. Bu zaman parsial həllolma entropiyaları polimerin konsentrasiyasından (φ_2) asılı olaraq artır və $\varphi_2 = 1$ qiymətində sonsuzluğa yaxınlaşır.

Mütəhərrik zəncirli polimerin polyarlığı bu polimerin polyarlığına yaxın olan həlledicilərdə əsasən entropiya faktorandan aşlıdır.

Polimer zəncirinin sərtliyi artdıqca həll olmanın kombinator entropiyası azalır və ideal həllolma entropiyasına bərabər ola bilir. Ona görə də sərt zəncirli polimerlər yalnız $\Delta H < 0$ olan halda, yəni ekzotermik proseslərdə həll ola bilirlər. Lakin, polimerin həlledici ilə qarşılıqlı təsiri çox böyük olan hallarda həlledici molekullarının makromolekul ətrafmda

nizamlı yönəlməsi baş verə bilər və bu isə kombinator olmayan entropiyanın və bəzi hallarda isə ümumi həllolma entropiyasının mənfi qiymətlər alması ilə nəticələnir. Əgər bu dəyişmə mütləq qivmətcə həllolma entalpiyasından böyük olarsa həllolmanın sərbəst enerjisi artar ($\Delta G>0$) VƏ həllolma prosesi dayanar. Bu səbəbdən sərt zəncirli polimerlərin şişməsi məhdud olur.

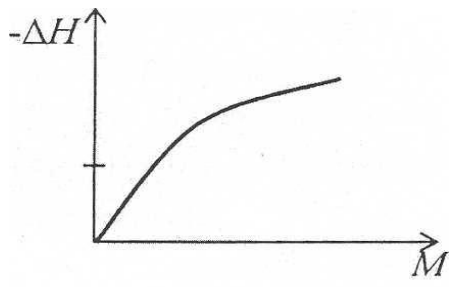
Polimerlər öz kiçik molekullu analoqlarında həll olduqda onların qablaşma sıxlığının termodinamik parametrlərinə təsiri özünü daha çox büruzə verir.

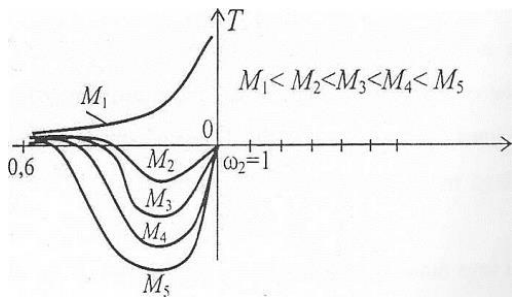
İlk baxışdan ziddiyyətli görünən bu təsir, belə sistemlərdə həll olmanın əsasən termik getməsinə baxmayaraq ($\Delta U = o$), məhlulun həmişə müşahidə olunan sıxılması, yəni həcminin azalması nəticəsində istiliyin ayrılması ilə ($\Delta H < o$) əlaqədardır.

Seyrək qablaşmış makromolekulların həllolma prosesində bu növ sıxılma daha böyük qiymətlər alır və bu da həllolma entalpiyasının modulca daha böyük mənfi qiymətlər almasına gətirir. Əksinə, sıx qablaşmış makromolekullardan ibarət polimer öz kiçik molekullu analoqunda həll olduqda müsbət şişmə istiliyi müşahidə olunur.

Beləliklə, görürük ki, polimerlərin öz kiçik molekullu analoqlarına həll olması prosesini tədqiq etməklə makromolekulların qablaşma sıxlığı haqqında qiymətli məlumatlar almaq olar. Qablaşmanın sıxlığının cüzi dəyişməsi polimerin quruluşuna çox həssas olan parametrlərin- həllolma və şişmə istiliklərinin qiymətlərinə təsir edir.

Brensted prinisipinə görə karbohidrogenlər bir-birilərində həll olduqda həllolmanın müsbət istilik effekti qarışan molekulların ölçüləri arasındakı fərq artdıqca daha böyük olmalıdır. Lakin bir çox hallarda polimerlərin həllolma prosesində gözlənilən böyük endotermik effektlər müşahidə olunmur. Bunu onunla izah etmək olar ki, Brensted prinsip molyar kütlənin elə müəyyən qiymətinə qədər doğrudur ki, onun bu qiymətindən sonra həcmin həllolma entalpiyasının mənfi qiymətlərinə gətirən dəyişməsi əsas rol oynamağa başlayır. Yüksəkmolekullu aromatik birləşmələrin həll olması ekzotermik baş verir və ΔH- ın mənfi qiymətlərinin modulu polimerin molyar kütləsi böyüdükcə artır (şəkil 3).





Bu proseslərdə eyni zamanda həll olma entropiyasının mənfi qiymətlərinin də modulu molyar kütlə böyüdükcə artır (şəkil 4).

Lakin $T\Delta S^M$ kəmiyyəti ΔH^M kəmiyyətinə nisbətən daha sürətlə artdığından sərbəst enerjinin ΔG^M dəyişməsi molyar kütlə artdıqca modulca daha mənfi olur və beləliklə, termodinamikaya görə molyar kütlə artdıqca polimerin həllolma qabiliyyəti azalır.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə. “Polimerlərin fiziki kimyası” BDU, 2010
2. Məsimov E.Ə., Mürsəlov T.M., Hüseynov İ.İ. “Maddənin quruluşu” Bakı 1997
3. Taqer A.A. “Fizika-ximiya polimerov” Moskva 1963

Резюме

В процессе растворения разреженно упакованных макромолекул этот тип уплотнения приобретает большие значения, что приводит к тому, что энтальпия растворения приобретает большие отрицательные значения. И наоборот, положительная теплота набухания наблюдается, когда полимер, состоящий из плотно упакованных макромолекул, растворяется в его низкомолекулярном аналоге. Таким образом, мы видим, что ценную информацию о плотности упаковки макромолекул можно получить, изучая процесс растворения полимеров в их низкомолекулярных аналогах. Незначительное изменение плотности упаковки влияет на значения параметров - теплот растворения и набухания, - которые очень чувствительны к структуре полимера.

Summary

In the process of dissolution of sparsely packed macromolecules, this type of compaction acquires larger values, which causes the enthalpy of dissolution to acquire larger negative values. Conversely, a positive heat of swelling is observed when a polymer consisting of tightly packed macromolecules is dissolved in its small molecule counterpart. Thus, we see that valuable information about the packing density of macromolecules can be obtained by studying the process of dissolution of polymers into their small molecule counterparts. A slight change in the packing density affects the values of parameters - heats of dissolution and swelling - which are very sensitive to the structure of the polymer.

POLİMER MƏHLULLARIN TERMODİNAMİK XARAKTERİSTİKALARI

Dos. İmanov R.M., Həsrətov X.N.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: makromolekul, polimer, həlledici, məhlul, potensial, temperatur, komponent

Ключевые слова: макромолекула, полимер, растворитель, раствор, потенциал, температура, компонент

Key words: macromolecule, polymer, solvent, solution, potential, temperature, component

Makromalekulların ölçüləri, formaları, ümumiyyətlə konformasiyaları Karqini, Flori və Frenkel nəzəriyyələri çərçivəsində həll olunur. Makromalekulların həqiqi fərdi xassələrini öyrənmək molekullararası qarşılıqlı təsirləri aradan qaldırmaq lazımdır. Bu isə onların biri - birindən uzaqda olduğu sistemlərdə, yəni duru məhlullarda mümkündür. Lakin bu halda polimer məhlullarının bir-biri ilə qarşılıqlı təsirləri, bu molekullarla həlledicinin molekulları arasındakı qarşılıqlı təsirlə əvəz olunurlar. Ona görə də polimer məhullarının termodinamikasının qarşısında duran əsas məsələ polimer məhlullarının həlledici ilə qarşılıqlı təsiri ilə makromolekulların məhluldakı xassələri arasında asılılıqları müəyyən etməkdir.

Polimer məhlulun əsas xarakteristikaları məhlulun ΔH – həllolma entalpiyası və ΔS - həllolma entropiyasıdır. Bu iki kəmiyyətin funksiyası izobar-izotermin potensialıdır:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

Burada ΔG - həll olanın Gibbs sərbəst enerjisidir.

Sabit təzyiqdə və temperaturda həllolma, Gibbs sərbəst enerjisinin azalması ilə gedən özbaşına prosesdir. Komponentlər bir-birində həll olduqda məhlulun sərbəst Gibbs eneıjisi, komponentlərin sərbəst enerjilərinin cəmindən kiçik olur:

$$G_{meh} \langle \sum_i n_i G_i^o \quad (2)$$

Burada G_i^o - i- ci komponentin təmiz halda sərbəst enerjisi, n_i – isə komponentin mollarının sayıdır.

(2) ifadəsindən görünür ki, həll olmanın sərbəst enerjisi mənfi olmalıdır:

$$\Delta G = G_{meh} - \sum_i n_i G_i^o \langle 0$$

Buna uyğun olaraq məhlulda komponentin μ_i kimyəvi potensialı, onun həll olana qədər ki, μ_i^0 kimyəvi potensialından kiçik olmalıdır.

Molekulları eyni cür qarşılıqlı təsirdə olan komponentlərin qarışığı ideal polimer məhlul adlanır. İdeal məhlulun xassələri komponentlərin xassələrinin additiv cəminə bərabər olur. Belə məhlullar Henri, Raul və Vant-Hoff qanunlarına tabe edilir.

Priqojin özünün məhlullar nəzəriyyəsində göstərmişdir ki, zəncirvari molekullu polimer məhlulların konfiqurasiya ilə əlaqədar termodinamik kəmiyyətləri, komponentlərin molekullarının ölçülərindən və onların qarşılıqlı təsirindən asılıdır. Patterson Priqojinin bu nəzəriyyəsini, polimer məhlullarının qarşılıqlı χ_i təsir parametrlərini tətbiq edərək, onun temperaturdan asılılığı üçün

$$\chi_i = \frac{U_i}{RT}\gamma + \frac{\tilde{T}_2 / \tilde{T}_1}{2R} C_p$$

ifadəsini almışdır.

Burada $\tilde{T}_1$ və $\tilde{T}_2$ uyğun olaraq həlledicinin və polimerin gətirilmiş temperaturlarıdır. Lakin Priqojin nəzəriyyəsində çətinliklər gətirilmiş parametrin seçilməsidir.

Ədəbiyyat

1. Nesterov A.E., Dipatov Y.S. "Termodinamika rastvorov i smesey polimeriv" Kiev, 1984
2. Pod.redak. B.Ki. "Noveyşie metodı issledovaniya polimerov" Moskva, 1986
3. E.Ə. Məsimov, İ.İ.Hüseynov, T.M.Mürsəlov. "Maddənin quruluşu" Bakı, 1997
4. E.Ə.Məsimov "Polimerlərin fiziki kimyası" Bakı, 2010.

Резюме

Смесь компонентов, молекулы которых взаимодействуют одинаково, называется идеальным раствором полимера. Свойства идеального раствора равны аддитивной сумме свойств компонентов. Такие растворы подчиняются законам Генри, Рауля и Ван-Гоффа. В своей теории растворов Пригожин показал, что термодинамические величины, связанные с конфигурацией растворов полимеров с цепными молекулами, зависят от размеров молекул компонентов и их взаимодействия.

Summary

A mixture of components whose molecules interact in the same way is called an ideal polymer solution. The properties of an ideal solution are equal to the additive sum of the properties of the components. Such solutions obey Henry's, Raoult's and van't Hoff's laws. In his theory of solutions, Prigogine showed that the thermodynamic quantities related to the configuration of polymer solutions with chain molecules depend on the sizes of the molecules of the components and their interaction.

PEQ VƏ LİMON TURŞUSUNUN NA DUZU SİSTEMLƏRİNİN STRUKTUR TEMPERATURU

Məsimov E.Ə., Şahbazova G.M., Mirzəzadə A.V.
Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan
email: shahbazova.gunel@mail.ru

Açar sözlər: orqanizm, bioloji sistemlər, struktur, polietilen, termodinamik sistem, ikifazalı sistem

Ключевые слова: организм, биологические системы, структура, полиэтилен, термодинамическая система, двухфазная система

Keywords: organism, biological systems, structure, polyethylene, thermodynamic system, two-phase system

Məlumdur ki, su canlı orqanizmlərdə baş verən bütün bioloji, biokimyəvi və biofiziki proseslərdə fəal iştirak edir [1]. Su, bu proseslərdə özünü həlledici aparmaqla yanaşı,həmçinin orqanizmdə baş verən bütün qarşılıqlı təsirlərdə,fermentativ reaksiyaların gedişində, kimyəvi maddələrin osmos və diffuziya vasitəsilə daşınmasında mühüm rol oynayır. Müxtəlif maddələri suda həll etdikdə suyun strukturu və termodinamik halı dəyişir. Həllolan maddələr kimyəvi tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq suyun strukturuna müxtəlif cür təsir edirlər: bir çox maddələr suda su molekulları arasında mövcud olan hidrogen rabitələrini zəiflətdikləri halda, digərləri bu rabitələri daha da gücləndirirlər. Bütün bioloji proseslər su mühitində baş verdiyindən xarici amillərin, o cümlədən, elektrik, maqnit və elektromaqnit sahələrinin, təzyiqin, temperaturun, həllolan maddələrin və s., bioloji sistemlərin termodinamik halına təsirinin öyrənilməsi fiziki kimyanın qarşısında duran ən aktual problemlərdəndir. Birqiymətli demək olar ki, xarici amillər ilk növbədə bioloji sistemin tərkibinə daxil olan suyun strukturunu dəyişdirir. Bu isə bütövlükdə sistemin termodinamik halının dəyişməsinə səbəb olur. Ona görə də suyun strukturuna müxtəlif maddələrin təsirinin öyrənilməsi və sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərinin tədqiqi çox vacib məsələlərdəndir. Bioloji sistemlərdə suyun halındakı dəyişikliklər bu mühitdə fəaliyyət göstərən canlı orqanizmlərin funksional fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir.

Təqdim olunan işdə Su-Limon turşusunun Na duzunun özlülüyünün temperatur asılılığına və bu sistemə polietilenqlikolun (PEQ-in) təsirinə baxılmışdır. Daha sonra PEQ və limon turşusunun natrium duzu-su ikifazalı sistemi verdikdən sonra sistem fazalarına ayırıb aşağı (limon çox olan) və yuxarı (PEQ çox olan) fazalardakı məhlulların müxtəlif temperatur intervalında özlü axının struktur temperaturunun təhlili əsasında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır.

«Struktur temperaturu» termini elmə ilk dəfə Bernal və Fauler tərəfindən müxtəlif maddələrin suyun strukturuna təsirini miqdarı təyin etmək üçün daxil edilmişdir [2]. Müəlliflərin fikrinə görə struktur temperaturu parametrinin «texniki termin» kimi daxil edilməsi məhlullarda bir çox mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələri özündə cəmləşdirər və dərin mənaya malik ola bilər.Struktur temperaturu anlayışı 80-ci illərin əvvəllərində yenidən, tamamilə başqa tərzdə, Uberreyter tərəfindən işlədilmişdir [3]. Baxılan işdə struktur temperaturu optimallaşma metodu vasitəsilə təyin edilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

Su-limon turşusunun Na duzu və PEQ-su-limon turşusunun Na duzu, PEQ-limon turşusunun Na duzu-su ikifazalı sisteminin yuxarı və aşağı fazalarının struktur temperaturu

Məhlul	T_{str} (K)
Su-limon turşusunun Na duzu	148
Su-limon turşusunun Na duzu-PEQ (ikifazalı vermədən)	160
Su-limon turşusunun Na duzu-PEQ (ikifazalı verdikdən sonra yuxarı fazanın)	211
Su-limon turşusunun Na duzu-PEQ (ikifazalı verdikdən sonra aşağı fazanın)	177

Struktur temperaturu bilavasitə mayedə olan strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsirlərlə əlaqədar parametrdir. Bu səbəbdən də hər hansı faktorların təsiri ilə mayenin (məhlulun) strukturunun dəyişməsi struktur temperaturunun qiymətini dəyişdirəcək. Belə ki, sulu məhlulun struktur temperaturu təmiz suyun struktur temperaturundan böyükdürsə, suya əlavə edilən maddə suyu strukturlaşdırır. Əgər sulu məhlulun struktur temperaturu təmiz suyun struktur temperaturundan kiçikdirsə, suya əlavə edilən maddə suyun strukturnu dağıdır.

Təmiz suyun struktur temperaturu T_{str}=146K olduğundan, deyə bilərik ki, limon turşusunun Na duzu suya neytral təsir edir, lakin PEQ-in təsirilə bu sistem suyu strukturlaşdırır. İkifazalı sistemi ayırdıqdan sonra PEQ çox olan yuxarı fazada struktur temperaturu daha da artır.

Ədəbiyyat

1. Chaplin M. Water Structure and Behavior. http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html. South Bank University, London 2008, 576p.
2. Бернал Дж., Фаулер Р. Структура воды и ионных растворов. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с.586-644
3. Ueberreiter K. Change of water structure by solvents and polymers. Colloid & Polymer Science. 1982, 260, №1, p.37-45.

Резюме

В представленной работе определена структурная температура систем PEQ, Na солей лимонной кислоты до и после придания двухфазной системе. Для этого рассматриваемая двухфазная система (ПЭГ-цитрат натрия-вода) была разделена на фазы и измерены вязкость растворов в нижней и верхней фазах. Температуру структуры (Tstr) определяли с использованием метода оптимизации.

Summary

In the presented work, the structural temperature of the PEG, sodium citric systems was determined before and after the addition to the two-phase system. To do this, the considered two-phase system (PEG-sodium citrate-water) was divided into phases and the viscosity of the solutions in the lower and upper phases was measured. The temperature of the structure (Tstr) was determined using the optimization method.

EFFECTS OF LIGHT SPECTRUM QUALITY AND INTENSITY ON GRAPEVINE (Vitis Vinefera L.) DEVELOPMENT *IN VIVO* AND *IN VITRO*

Sadigova A.A.*, Garagozov T.H.
Institute of Molecular Biology and Biotechnologies of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
aygunsadigova06@gmail.com

Keywords ; Vitis Vinefera L, in vitro, light spectrum, microclonal propagation
Açar sözlər: Vitis Vinifera L, in vitro, işıq spektri, mikroklonal çoxalma
Ключевые слова: Vitis Vinefera L, in vitro, спектр света, микроклональное размножение

The production of certified planting material for grapes is one of the most important problems of viticulture today. The problem of obtaining plants free from virus, mycoplasma diseases and bacterial cancer is successfully solved by biotechnological methods all over the world. Abiotic factors are one of the main indicators that regulate the dynamics of development in the reproduction of plants, whether *in vivo* or *in vitro*.One of these factors is light. In addition to its effect on the physiological phenomena of plants, light has a morphological effect on the shape of organs, and a biological effect on the formation and flowering of flower organs. An increase in light intensity in plants causes growth retardation, root growth and the formation of color pigments such as anthocyanins. Learning and explaining the mechanisms of the primary processes of light's effect on living systems is the main problem in molecular photobiology. Photodestructive processes, which cause molecular damage in cell formations, can occur in serious biological results that are considered due to the exposure of new functional materials. The use of new light biotechnology methods available will make a valuable contribution to improving the process of obtaining healthy planting material by planting isolated tissues and organs.Like most plants, grapes require adequate illumination and a certain spectral light composition at the beginning of their development, as well as during the adaptation of microclonal plants to ex vitro conditions.[Kadkade & Japson (1987)] Studies investigating the interactive effect of high light intensity on grape yield are relatively rare, especially in viticulture. [Greer, D. H et al.,20212b] In this respect, research in this field is relevant and of scientific and practical interest. Shirvan-Shahi is a mid-late maturing technical variety belonging to the ecological-geographical group of eastern varieties of Azerbaijan. It was grown only in the Shirvan region of the Araz plain of Azerbaijan, in the Kur-Aran subzone - Kurdamir region. The product of the variety is a valuable source for the purchase of high-quality kagor-type dessert wine. It was used in the preparation of Kurdamir dessert wine. [Qaragözov T.H et al 2004]. The effects of the spectral composition of light and illumination intensity on the growth and development processes of grape seedlings and the morphogenesis of *in vitro* grown grape explants have been little studied. In this context, studies have been conducted to examine the growth and development characteristics of Shirvan-Shahi (Vitis Vnifera) grape plants during *in vitro* microclonal propagation in photoculture using narrowband LEDs as irradiators to optimize the production process.

MATERIALS AND METHODS

In vitro MS is placed in an artificial climate chamber with a nutrient medium. Here, an experimental stand was created using narrow-band LEDs, which allowed to simulate a light regime with different ratios of blue and red light. The use of high-intensity, narrow-band light is important for the study of full photosynthesis and normal plant growth, and the effect of the physiological radiation spectrum on the intensive growth and development processes of plants. Explants were placed in red (622-780 nm), blue (455-492 nm) and blue-red mixed

spectrum optical lights to study the influence of the spectral composition of light on their development dynamics after being transferred to the nutrient medium. In order to study the influence of the spectral composition and intensity of light on the morphological characteristics of plant development, experiments were conducted on several different schemes. To study the effect of light intensity on plant development, 2500 lux and 5000 lux were taken.

In practice, 2 options were used for additional lighting of plants:

1. Illumination with red spectrum optical glass, 720nm light (3 hours)
2. Illuminationwith blue spectrum optical glass, 460 nm (3 hours).

RESULTS AND DİSCUSSİON

The intensity, duration, and quality of illumination are the three main factors that must be considered in all studies using irradiation For the development of the Shirvan-Shahi grape variety, it was necessary to study the effect of light intensity. At 5000 lux light intensity, plants were 5-6 cm tall and had large leaves. After twenty days, the plant started to turn yellow. When exposed to light intensity of 1500 Lux, only 4-5 cm growth and small leaves were observed in plants within 20 days. When exposed to an intensity of 1300 Lux, the specimens grew to 6-7 cm. [A.A.Sadigova,.et al 2021] In addition to the visible part of the spectrum, the intensity of many physiological processes, the internal structure of the plant cell and, finally, the formation of the entire plant and product depend on both long ultraviolet (300-400 nm) and short infrared radiation (780-1100 nm). Thus, red R (720nm) and blue B (460nm) optical glasses were used. In vivo, plants with B-460nm light wavelength grow more slowly than under LED lights, and fewer leaves shrivel and dry. In red light R -720nm, no drying was observed in the leaves. In vitro samples placed under blue spectrum optical glass (460 nm) showed 70% positive growth dynamics. The leaves are light green and solitary on the stem. 75% of the in vitro samples placed under the red spectrum optical glass (720nm) showed positive growth dynamics. In the samples, 5.6 cm long stem and sliced, dark green leaves were observed. Then, in the next subcultivation, the samples were placed under visible light and observations were made. Development dynamics in samples exposed to blue spectrum optical glass was assessed as negative. 70% positive growth dynamics was observed in explants removed from the exposure of red spectrum optical glass. It has been reported in many literature that monochromatic light causes leaf curl in some ornamental plants. This confirms our results. Therefore, it is important to optimize the production process by choosing the optimum light regime, as well as to develop the technology of mass production of valuable plants, including grapes.

References

1.**A.A.Sadigova*, T.H.Garagozov ,A.S.Suleymanova** (2021)İnfluence of pectral composition and light intensity on morphogenesis of grape plants during in vitro micropropagation (Transactions İMBB)

2.**Greer, D. H.; Weedon, M. M.; 2012b:** Interactions between light and growing season temperatures on growth and development and gas exchange of Semillon (Vitis vinifera L.) vines grown in an irrigated vineyard. Plant Physiol. Biochem. 54, 59-69

3.**Kadkade & Japson (1987**) Effect of Light Spectrum and Intensity on Growth of Grape (Vitis vinifera) Under In Vitro Conditions

4.**Qaragözov T.H*., Məmmədova M.H Əsədova S.Ş., Əliməmmmədzadə İ.M, Həsənov F.E**.(2004) Üzümün tezləşdirilmiş çoxaldılması .Bakı: Elm səh-78

5.**Murashige T., Skoog F. A** Revised medium for rapid growth and bicassays with tobacco tissue cultures Physiol. Plant. – 1962. – 15. –P. 473–49,473 — 497

Xülasə

Süni işıqlandırma şəraitində üzümün müxtəlif hissələrinin inkişaf dinamikası və stressə davamlılığı fərqlidir. Tədqiqat işində dar zolaqlı LED-lərdən istifadə etməklə fotokulturada *in vitro* mikroklonal çoxalma zamanı Şirvan-Şahi (*Vitis Vnifera*) üzüm bitkisinin böyümə və inkişaf xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Şirvan- Şahi üzüm sortunun mikroklonal çoxalmasının 1-ci mərhələsində əldə edilən nəticələr göstərir ki, qırmızı işıq orqanların böyüməsi, qönçələrin meydana gəlməsini stimullaşdırır. Spektral kompozisiyanın istifadəsi və onların mikroklonların morfologiyasına təsiri üçün tapılan şərtlər,bu şərtlərin bitkilərin inkişafı üçün əlverişli olduğunu və təbii şəraitlə oxşar olduğunu göstərir. Qırmızı spektrli optik şüşənin ekspozisiyasından çıxarılan və yenidən subkultivasiya edilən və görünən işığa yerləşdirilən nümunələrdə 70% müsbət artım dinamikası müşahidə olunub.. Alınan məlumatlara əsasən işıqlandırma dar zolaqlı və müxtəlif spektirli optik şüşələrin istifadəsi ilə modulyasiya edilmişdir. Belə ki, istifadə olunan lampaların spektral xüsusiyyətləri əldə olunan morfoloji göstəricilərlə əlaqəli olduğu məlum olmuşdur.

Резюме

В условиях искусственного освещения динамика развития и стрессоустойчивость разных частей виноградной лозы различна. В работе изучены особенности роста и развития сорта винограда Ширван-Шахи (*Vitis Vnifera* L) при микроклональном размножении *in vitro* в фотокультуре с использованием узко -полосных светодиодов. Результаты, полученные на 1-м этапе микроклонального размножения сорта винограда Ширван-Шахи, показывают, что красный свет стимулирует рост органов и формирование бутонов. Найдены условия использования спектрального состава и их влияния на морфологию микроклонов. Эти условия благоприятны для развития растений и близки к природным условиям. 70% положительная динамика роста наблюдалась в образцах, снятых с экспозиций оптического стекла с красным спектром и повторно субкультивированных и помещенных в видимый свет. На основании полученных данных была проведена модуляция освещенности с использованием узкополосных и разноспектральных оптических стекол. Таким образом, стало известно, что спектральные характеристики используемых ламп связаны с полученными морфологическими показателями

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ГЛИПЕПТИДНЫХ ТРИ- И ТЕТРАПЕПТИДНЫХ МОЛЕКУЛ

Magistr:. İ.C.Rzayev
E/r: prof. S.Həsənov

д.ф.н.Исмаилова Л. И., к.б.н.Аббаслы Р. М.
Институт Физических Проблем,
Бакинский Государственный Университет, Баку

Ключевые слова: конформация, трипептид, тетрапептид, молекула, структура
Açar sözlər: konformasiya, tripeptid, tetrapeptid, molekul, fəza quruluşu
Key words: conformation, tripeptide, tetrapeptide, molecule, structure

Пептиды регулируют все процессы живого организма. Определение структурно-функциональной организации пептидных молекул является одной из основных проблем молекулярной биофизики. При создании новых лекарственных препаратов исследователи все чаще обращаются к использованию пептидов -

собственных регуляторов человеческого организма. Чтобы узнать природу регуляторных пептидов, нужно определить их пространственное строение.

Глипролины – новое семейство биологически активных препаратов, содержащих глицин (Gly) и пролин (Pro). Эти пептиды модулируют работу иммунной и нервной систем, влияют на систему свертывания крови [1, 2]. Выполняемые этими молекулами функции определяются их пространственным строением. Чтобы понять механизм действия глипролинов, нужно определить их пространственное строение. Целью данной работы является определение пространственной структуры глипролиновых молекул Pro-Gly-Pro, Gly-Pro-Gly, Gly-Pro-Gly-Pro, Arg-Pro-Gly-Pro, Val-Pro-Gly-Pro, Phe-Pro-Gly-Pro, Leu-Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Gly, Pro-Gly-Pro-Arg., Pro-Gly-Pro-Val, Pro-Gly-Pro-Phe и Pro-Gly-Pro-Leu.

Метод теоретического конформационного анализа дает возможность рассчитывать трехмерную структуру пептидных молекул исходя из известной аминокислотной последовательности. Расчет выполнялся в рамках механической модели молекул с учётом невалентных ($E_{нв}$), электростатических ($E_{эл}$), торсионных взаимодействий ($E_{тор}$) и энергии водородных связей ($E_{вс}$). Были найдены для каждой молекулы количественные характеристики энергетических и геометрических параметров трипептидных и тетрапептидных молекул. Сначала была рассчитана природная молекула Gly-Pro-Gly-Pro и ее аналоги, которые получаются заменой N-концевого остатка Gly на Arg, Val, Phe и Leu. Найденные энергетические параметры представлены в таблице. Из нее видно, что в низкоэнергетических конформациях каждого тетрапептида основной вклад вносят невалентные и электростатические взаимодействия. Анализ внутримолекулярных взаимодействий показал, что низкая энергия конформаций обусловлена вкладами ди- три- и тетрапептидных взаимодействий.

Тетрапептиды Arg-Pro-Gly-Pro и Leu-Pro-Gly-Pro являются средствами для лечения тромбообразований, они снижают повышенный уровень глюкозы в крови при инсулинзависимом диабете. Если сравнить структуры этих молекул, то расчет дает, что низкоэнергетическими для них являются одинаковые полусвернутые формы основной цепи. Каждая молекула рассчитывалась на основе известных низкоэнергетических конформаций входящих в нее монопептидов. Расчет дает также геометрические параметры для каждого пептида – значения двугранных углов основной и боковых цепей аминокислот, входящих в молекулы. Для природной тетрапептидной молекулы Pro-Gly-Pro-Gly были рассчитаны 4 аналога, которые получаются заменой С-концевого Gly на аминокислоты Arg, Leu, Val и Phe. Результаты расчета также представлены в таблице.

Таблица Энергетические параметры низкоэнергетических конформаций тетрапептидных глипролиновых молекул

№	Конформация (шейп)	Е нв	Е эл	Е торс	Е общ	Е отн
Молекула Gly-Pro-Gly-Pro						
1.	BRRR (eff)	-6.5	-2.6	1.3	-7.8	0.0
2.	RRRR (fff)	-5.3	-2.6	1.2	-6.7	1.1
Молекула Arg-Pro-Gly-Pro						
1	B_{2222} RPR (eef)	-10.2	-3.5	0,8	-13,0	0.0
2	B_{3322} RRR (eff)	-8.6	-1.8	1.2	-9.1	3.9
Молекула Leu-Pro-Gly-Pro						
1	B_{2222} RPR (eef)	-13.3	-2.9	1.7	-14.5	0.0
2	B_{2222} RRR (eff)	-11.8	-2.7	1.0	-13.4	1.1
Молекула Val-Pro-Gly-Pro						
1	B_{222} RPR (eef)	-10.2	-2.8	1.6	-11.5	0.0
2	B_{222} RBR (efe)	-9.2	-2.9	1.2	-10.0	1.5
Молекула Phe-Pro-Gly-Pro						
1.	B_{31} RRR (eff)	-11.6	-2.5	1.0	-13.1	0.0
2.	B_{31} RBR (efe)	-11.5	-2.9	1.7	-12.8	0.3
Молекула Pro-Gly-Pro-Gly						
1	RRRR (fff)	-7.3	-2.6	1.3	-8.7	0.0
2	RRRP (ffe)	-5.9	-2.3	1.3	-7.0	1.7
Молекула Pro-Gly-Pro-Arg						
1	RRBR (ffe)	-10.0	-4.1	1.1	-13.0	0.0
2	BPRB (fff)	-8.3	-3.3	1.3	-10.2	2.8
Молекула Pro-Gly-Pro-Leu						
1	RRRR (fff)	-14.7	-3.7	2.0	-15.4	0.0
2	RPRB (eff)	-13.3	-3.1	2.2	-14.2	1.2
Молекула Pro-Gly-Pro-Val						
1	$RRRR_{322}$ (fff)	-13.7	-3.7	2.0	-14.4	0.0
2	$RPRB_{322}$ (eff)	-10.7	-3.1	2.6	-11.4	3.0
Молекула Pro-Gly-Pro-Phe						
1	$RRRR_{31}$ (fff)	-14.4	-2.5	2.3	-14.7	0.0
2	$BRRR_{31}$ (eff)	-12.4	-2.6	2.0	-13.0	1.7

Полученные результаты могут быть использованы для конструирования новых аналогов глипролинов. Экспериментальные исследования показали, что пептидные молекулы, которые содержат фрагмент Pro-Gly-Pro, обладают цитопротективной активностью, а наличие С-концевой последовательности Gly-Pro является необходимым условием для проявления защитного действия. Выполненные расчеты глипролинов показали, что полусвернутые и свернутые формы основной цепи являются низкоэнергетическими в три- и тетрапептидных молекулах. Теоретический конформационный анализ аналогов привел к таким структурным организациям тетрапептидных молекул, которые не исключают реализацию ими целого ряда разнообразных функций, требующих строго специфических взаимодействий с различными рецепторами.

Литература

1. Рогозинская Э.Я., Ляпина Л.А, Шубина Т.А. и др. Бюлл.экспер.биол. и мед. 2020, Т.169, С.716-719.
2. Жуйкова С.Е. Интегративная физиология, 2020, Т. 1, № 4, С. 303-316.

Xülasə

Peptid molekullarının quruluş-funksiya əlaqələrinin öyrənilməsi molekulyar biofizikanın əsas problemlərindən biridir. Kompyuter modelləşməsi bu problemin həllinə kömək edir. Bu tədqiqat işi qliprolin molekullarının tripeptid və tetrapeptid molekularının Pro-Gly-Pro, Gly-Pro-Gly, Gly-Pro-Gly-Pro, Arg-Pro-Gly-Pro, Val-Pro-Gly-Pro, Phe-Pro-Gly-Pro, Leu-Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Gly, Pro-Gly-Pro-Arg., Pro-Gly-Pro-Val, Pro-Gly-Pro-Phe və Pro-Gly-Pro-Leu. fəza quruluşlarının və konformasiya xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Hesablamalar nəzəri konformasiya analizinin və xüsusi kompyuter proqramlarının köməyi ilə aparılmışdır. Hər bir molekulun aşağıenerjili konformasiyaları, əsas və yan zəncirlərin ikiüzlü fırlanma bucaqlarının qiymətləri tapılmış, aeeminturşu qalıqları daxilində və arasında qarşılıqlı təsir enerjiləri müəyyən olunmuşdur. Hesablamaların nəticələri göstərilmişdir ki, tetrapeptid molekulların əsas zəncirin yarıfırlanmış və fırlanmış formalarının konformasiyaları aşağıenerjili olur. Bu formada molecula daxil olan aminturşu qalıqlarının əsas və yan zəncirlərinin atomları bir-birinə yaxınlaşır və onlar arasında effektiv qarşılıqlı təsirlər yaradır.

Abstract

Computer modeling helps us to solve the problem of the investigating of structure–functional organization of the peptide molecules. This work is devoted to study the spatial organization and conformational possibilities of the glyproline three- and tetrapeptide molecules Pro-Gly-Pro, Gly-Pro-Gly, Gly-Pro-Gly-Pro, Arg-Pro-Gly-Pro, Val-Pro-Gly-Pro, Phe-Pro-Gly-Pro, Leu-Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Gly, Pro-Gly-Pro-Arg., Pro-Gly-Pro-Val, Pro-Gly-Pro-Phe and -Gly-Pro-Leu. The calculations were carried out by the method of theoretical conformational analysis and a special computer program. The low-energy conformations of these molecules, the dihedral angles of the backbone and side chains of the amino acid residues of the tetrapeptides, and the energies of intra- and inter-residual interactions were determined. It is revealed that low energy conformations of this molecule have the half-folded and folded type of backbone. These forms bring parts of the backbone and the side chains of the amino acids together, and they result in convenient interactions

β-KAZOMORFİN MOLEKULLARININ FƏZA QURULUŞLARI

F.r.e.d. Əhmədov N. A., f.f.d. Ağayeva L. N., f.r.e.n. Əhmədova S. R.
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri İnstitutu, Bakı;
Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı

Açar sözlər: ekzorfin, kazomorfin, opioid, fəza quruluşu, konformasiya

Ключевые слова: экзорфин, казоморфин, опиоид, пространственная структура, конформация.

Key words: exorphin, casomorphin, opioid, spatial structure, conformation

Qida maddələrindən alınmış bir sıra ekzogen peptidləri opioidəbənzər xassələrə malikdir. İlk dəfə elmə məlum olan ekzorfinlər α-kazeindən və buğda qlütenindən alınmış və müəyyən təsirləri öyrənilmişdir. Qida maddələrinin peptid komponentlərinin opioid aktivliyinə malik olmasının kəşfi belə fərziyyə irəli sürməyə əsas verdi ki, bəzi yeməklər mərkəzi əsəb sisteminə opiat dərmanlar kimi təsir göstərməyə qadirdir. Bəzi tədqiqatçılar fərz edirlər ki, insanlar tərəfindən süd və buğda məhsullarının çox istifadə edilməsi onların tərkibində ekzorfinlərin olması nəticəsində olmuşdur. Endogen opioid peptidlərinin və

ekzorfinlərin aminturşu qalıqlari ardıcıllıqlarının müqayisəsi göstərir ki, ekzorfin molekullarının N-tərəf aminturşu qalıqları daha rəngarəngdir. Bu onu göstərir ki, ekzorfinlər opiat reseptorlarının ixtisaslaşdırılmış liqandlari deyil və onlar bəzi hallarda müxtəlif mediator və hormonlarla müxtəlif vəziyyətlərdə qarşılıqlı təsirlərdə ola bilərlər. Ekzorfinlərin N-tərəfində ən çox rast gələn Tyr-Pro ardıcıllığıdır. Endogen opioid peptidlərinin N-tərəfində ən çox rast gələn Tyr-Gly-Gly-Phe ardıcıllığıdır. Prolin aminturşu qalığının olması molekulu parçalanmaya qarşı daha davamlı edir. Heyvan mənşəli ekzorfinlər arasında ən çox tədqiq olunanı süd zülalının törəmələridir. Ən çöx öyrənilənləri inək südünün β-kazeininin hidrolizindən alınan β-kazomorfin-4, -5, -6, -7 –dir [1-2].

Nəzəri konformasiya analizi üsulu ilə Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-NH_2 β-kazomorfin-4, Tyr1-Pro2-Phe3-Pro4-Gly5-NH_2 β-kazomorfin-5, Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-Pro5-İle6-NH_2 β-kazomorfin-6 molekullarının fəza quruluşları tədqiq olunmuşdur. Molekulunun fəza quruluşunu öyrənmək üçün sistemin potensial enerjisi qeyri-valent, elektrostatik, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin və hidrogen rabitəsi enerjisinin cəmi şəklində seçilmişdir. β-kazomorfin-4 molekulunun fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərmişdir ki molekulun fəza quruluşunu dörd seypin on altı konformasiyası ilə təmsil etmək olar. Hər bir şeypin ən stabil konformasiyaları cədvəl 1-də göstərilmişdir. β-kazomorfin-5 molekulunun da fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərmişdir ki, onun fəza quruluşunu dörd şeypin on altı konformasiyası ilə təmsil etmək olar. Hər bir şeypin ən stabil konformasiyaları cədvəl 2-də göstərilmişdir. β-kazomorfin-6 molekulunun fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərmişdir ki, onun fəza quruluşunu doqquz seypin doqquz konformasiyası ilə təmsil olunur, həmin konformasiyalar cədvəl 3-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. β-kazomorfin-4 molekulunun aşağıenerjili konformasiyaları

№	Şeyp	Konformasiya	U_{qv}	U_{el}	U_{tor}	$U_{üm}$	U_{nis}
1	fef	R B_3 R R	-10.3	-2.7	1.0	-12.0	0
2	fee	R B_1 R L	-9.4	-2.8	0.8	-11.3	0
3	eef	B B_3 R R	-9.0	-2.8	1.2	-10.6	1.4
4	eee	B B_1 R L	-7.5	-2.8	0.9	-9.4	2.6

Cədvəl 2. β-kazomorfin-5 molekulunun aşağıenerjili konformasiyaları

№	Şeyp	Konformasiya	U_{qv}	U_{el}	U_{tor}	$U_{üm}$	U_{nis}
1	efee	B_1 R B_1 R L	-16.4	-2.2	1.8	-16.8	0
2	eeef	B_2 B B_3 R R	-16.4	-1.9	3.1	-15.2	1.6
3	efef	B_3 R B_1 B L	-15.5	-2.0	2.8	-14.7	2.1
4	eeee	B_2 B B_1 R L	-14.6	-1.9	3.2	-13.3	3.5

Cədvəl 3. β-kazomorfin-6 molekulunun aşağıenerjili konformasiyaları

Növ	№	Şeyp	Konformasiya	U_{qv}	U_{el}	U_{tor}	$U_{üm}$	U_{nis}
A	1	fefee	RB_2BLBB_{32}	-18.9	-4.5	2.8	-20.6	0
	2	fefef	RB_2BLRB_{32}	-18.4	-4.5	2.3	-20.5	0.1
B	3	feeef	RB_1RLRB_{32}	-16.4	-4.3	1.5	-19.4	1.3
	4	feeee	RB_1BLBB_{32}	-15.1	-4.4	1.7	-17.8	2.8
	5	eeeef	BB_1RLRB_{32}	-14.8	-4.3	1.6	-17.5	3.1
	6	eeeee	BB_1RLBB_{32}	-13.5	-4.4	1.8	-16.2	4.4

C	7	feffe	BL_3RRBB_{32}	-17.3	-3.9	2.5	-18.7	1.9
D	8	eefef	BB_2BLRB_{32}	-16.2	-4.5	2.3	-18.5	2.1
	9	eefee	BB_2BLBB_{32}	-16.4	-4.6	2.7	-18.3	2.6

Molekulların aminturşu ardıcıllıqlarından görünür ki, β-kazomorfin-5 molekulu β-kazomorfin-4 molekulunun N-tərəfinə Tyr artırmaqla alınmışdir. Tyr1 aminturşu qalığı özündən sonra gələn Pro2-Phe3-Pro4 tripeptid fraqmenti ilə effektiv qarşılıqlı təsir yaratmağına baxmayaraq onun stabil konformasiyaları yığımında tetrapeptid molekulun aşağıenerjili bütün dörd şeypı stabil olaraq qalmışdir, yalnız ardıcıllıqlarında müəyyən yerdəyişmələr olmuşdur. β-kazomorfin-4 molekulunda birinci yerdə olan fef şeypi pentapeptid molekulda üçüncü yerdə, ikinci yerdə olan fee şeypi isə birinci yerdə, üçüncü yerdə olan eef şeypi isə ikinci yerdə olmuşdur (cədvəl 1 və 2). Buna əsasən demək olar ki, β-kazomorfin-5 molekulu tetrapeptid molekulun funksiyalarını yerinə yetirməyə və özünəməxsus digər funksiyaları da yerinə yetirə bilər.

β-kazomorfin-6 molekulu β-kazomorfin-4 molekulunun C-tərəfinə Pro5-Pro6 dipeptid fraqmenti əlavə olunmaqla alınmışdır. Cədvəl 3-dən göründüyü kimi β-kazomorfin-6 molekulunun aşağıenerjili konformasiyaları arasında β-kazomorfin-4 molekulunun ən stabil şeypi fef yenə də ən stabil olmuş bə üç konformasiya ilə təmsil olunmuşdur. Tetrapeptid molekulda ikinci yerdə duran fee şeypinin konformasiyaları heksapeptid molekulda da ikinci yerdə durur. Eyni ilə tetrapeptid molekulun üçüncü və dördüncü yerdə duran eef və eee şeyplərinin konformasiyaları da β-kazomorfin-6 molekulunda eyni yerlərdə durur. Bunlara əsasən demək olar ki, β-kazomorfin-4 molekulunun bütün funksiyalarını və özünəməxsus yeni funksiyaları yerinə yetirə bilər.

β-kazomorfin molekulunun fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərir ki, molekullar elə fəza quruluşları yığımlarına malik olur ki, onlar müxtəlif bioloji funksiyaları yerinə yetirə bilər və müxtəlif reseptor molekulları ilə əlaqəyə girə bilər. β-kazomorfin-4, -5, -6 molekullarının fəza quruluşlarının öyrənilməsindən alınan nəticələr digər β-kazomorfin molekullarının fəza quruluşlarının tədqiqində və onların müəyyən funksiyalarını yerinə yetirə bilən süni analoqlarının sintez olunmasında istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1.Чеснокова Е.А., Сарычева Н.Ю., Дубынин В.А., Каменский А.А. (2015). Опиоидные пептиды, получаемые с пищей и их влияние на нервную систему.// Успехи физиологических наук. Т. 46. №1. - С. 22-46.

2.Дубынин В.А., Ивлева Ю.А., Каменский А.А.(2004). Нейротропная активность опиоидных пептидов пищевого происхождения β-казоморфинов. //Успехи физиол. наук. Т.35. №1, С. 83-101.

3.Akhmedov N.A., Agayeva L.N., Abbasli R.M., Ismailova L.I. (2022). Spatial Structure of rubiscolin-5 molecule. Annali d Italia, V.1, № 30, P.5-8.

4.Akhmedov N.A., Agayeva L.N., Akverdieva G.A., Abbasli R.M., Ismailova L.I..(2021) The spatial structure of ACTH-(6-9)-PGP molecule // J.Chem.Soc.Pak. 2021. V. 43. P. 500-504.

Резюме

Методом теоретического конформационного анализа исследованы пространственные структуры молекул β-казоморфина-4 Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-NH_2 , β-казоморфина-5 Tyr1-Pro2-Phe3-Pro4-Gly5-NH_2 β-казоморфина-6 Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-Pro5-İle6-NH_2 . Найдены низкоэнергетические конформации молекулы, значения двугранных углов основных и боковых цепей аминокислотных остатков, входящих в

состав молекулы, оценена энергия внутри-и межостаточных взаимодействий . Показаны сходные и различные особенности пространственных структур различных молекул β-казоморфинов.

Abstract

By the method of the theoretical conformational analysis the conformational capabilities of the β-casomorphin-4 Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-NH_2, β-casomorphin-5 Tyr1-Pro2-Phe3-Pro4-Gly5-NH_2, β-casomorphin-6 Pro1-Phe2-Pro3-Gly4-Pro5-İle6-NH_2 molecule were studied. Low-energy conformations of the β-casomorphins molecules, the values of the dihedral angles of the main and side chains of amino acid residues that make up the molecules are founded; the energy of intra- and inter-residual interactions is estimated. Similar and different features of the spatial structures of various molecules of β-casomorphins are shown.

İŞIQ SELİNİN MÖVSÜMİ DƏYİŞMƏLƏRİNƏ BİTKİ ÖRTÜYÜNÜN REAKSİYASININ RİYAZİ MODEL ƏSASINDA ÖYRƏNİLMƏSİ

Dos. Quliyev N.İ., dos. Cavadov E.M., dos. İsmayılov E.X.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: işıq selinin sıxlığı, fotosintez, fotosintetik sistem, model, fluktuasiya, riyazi metod

Ключевые слова: плотность светового потока, фотосинтез, фотосинтетическая система, модель, флуктуация, математический метод.

Key words: light flux density, photosynthesis, photosynthetic system, model, fluctuation, mathematical method

Səpinin, bitkinin və yarpağın fotosintezini işıq selinin sıxlığının ölçülməsinin nəticələrinə və müvafiq işıq əyrisinə əsasən təyin edirlər. nəzəri hesablamalarla təcrübi nəticələr heçdə həmişə uyğunlaşmırlar və bəzən bu fərqlər düşən radiasiya seli sıxlığının zamana görə dəyişməsi ilə əlaqədar olur. İşığın udulması zamanı yaranan fotosintez məhsullarının miqdarı radiasiyanın düşmə xarakterindən asılı ola bilər ki, bu da yuxarıda qeyd edilən fərqə gətirib çıxarır. Bu bitkiyə, böyüməyə və məhsula işıq mühitinin müxtəlif aspektlərinin təsirinin qiymətləndirilməsi zamanı çətinliklər yarada bilər. Eyni zamanda belə qiymətləndirmələr həm iqtisadi, həm də elmi cəhətdən çox lazımlı ola bilər.[1,2]

Görünür ki, baxılan fotosintetik sistemin bir neçə zaman xarakteristikaları vardır və həddən artıq sürətli işıq fluktuasiyaları fotosintetik reaksiyaya təsir etmir. Ona görə də işıq seli sıxlığını qeyd etmək üçün hansı üsuldan istifadə olunur olunsun işığın sürətli fluktuasiyalarını nəzərə almamaq lazımdır. Verilmiş işıq şəraitində fotosintezin ən etibarlı qiymətləndirilməsi, yarpağın özülün ölçmə qurğusu kimi istifadəsi zamanı alına bilər. elmi və praktiki düşüncələrə əsasən yarpağı daha əlverişli işıq qəbuledicisi ilə əvəz edib, sonra [3] isə alınan nəticələri elə işləmək olar ki, ümumi reaksiya təəsüratı yaratmaq mümkün olsun. Nəticələri işləmək üçün istifadə olunan üsul birbaşa və ya dolayısı yolla sistemin fotosintetik reaksiya modelindən asılıdır. Hazırkı işin məqsədi, sistemin fotosintezinin müxtəlif modellərinin köməyi ilə fluktuasiya edən işıq şəraitinin təsirinin qiymətləndirilməsi sualına baxmaqdır. Çətin olmayan riyazi metodlardan istifadə etməyin daha arzuolunan olduğundan müvafiq işlər yarpağın fotosintezinin ən sadə modeli əsasında yerinə yetirilmişdir.

İşıq və CO_2 – yə stasionar fotosintetik reaksiyanı təsvir etmək üçün düzbucaqlı hiperbola tənliyindən istifadə edirlər.

$$P_S = \frac{\alpha \dot{I} \beta C}{\alpha \dot{I} + \beta C} \qquad (1)$$

P_S – stasionar fotosintezin intensivliyi, J – işıq selinin sıxlığı, C – CO_2 – nin konsentrasiyası, α və β sabitlərdir. Fotosintezin intensivliyinin işıq selinin sıxlığından asılılığı tənliyi çıxarılmışdır.

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{\tau}(P_S - P) \qquad (2)$$

P – t zaman anında fotosintezin intensivliy, P_S – (1) tənliyi ilə təsvir olunur. Bu tənlikdə J t zaman anında ani qiymət alır, τ isə sistemin zaman sabitidir. (1) tənliyinə əsaslanan sadə modeldən istifadə edərək göstərmək olar ki, τ aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\tau = \frac{\gamma}{\alpha J + \beta C} \qquad (3)$$

γ sabitdir. (2) və (3) tənlikləri yalnız karbon qazının qatılığı üçün doğrudur. (2)-ci tənlikdəki yeganə zaman parametri τ – fotosintezin intensivliyi ilə əlaqəlidir.

Göründüyü kimi baxdığımız model üç parametrə malikdir: α, β, γ. (1) – ci tənlikdəki iki parametrə γ parametri də əlavə olunmuşdur ki, o da prosesin zaman asılılığını əks etdirir. (2) tənliyinə müvafiq olaraq fotosintezin intensivliyi P, P_S stasionar hala asimptotik yaxınlaşır. Lakin, fotosintezin P_S - ə yaxınlaşmasının zaman sabiti τ, (3) tənliyə uyğun olaraq J işıq selinin sıxlığından və karbon qazının C konsentrasiyasından asılıdır. Beləliklə də daha sürətli reaksiya J və C – nin daha yüksək qiymətləri üçün təzahür edir. Bununla da əlaqədar olaraq yarpağın fotosintezinin intensivliyinin yüksək səviyyəsinə aşağı səviyyəsi ilə müqayisədə daha tez çatılır.

İşıq seli sıxlığının başlanğıc J qiymətindən yeni stasionar J_2 qiymətinədək dəyişməsinin fotosintezin intensivliyinə necə təsir etdiyinə baxaq. Fərz edək bu dəyişmə t=0 zaman anında çox sürətlə baş verir və bununla da əlaqədar $J= J_1$ t<0 olduqda, $J= J_2$ t>0 olur. Tutaq ki, CO_2 – nin konsentrasiyası sabitdir və C – yə bərabərdir, işığın pilləli dəyişməsinə qədər fotosintezedici sistem P_1 stasionar halında olmuşdur və a.ağıdakı kimi ifadə olunmuşdur.

$$P_1 = \frac{\alpha J_1 \beta C}{\alpha J_1 + \beta C} \qquad (4)$$

İşıq selinin pilləli dəyişməsindən sonra fotosintezin intensivliyinin yeni P_2 stasionar qiyməti bərqərar olur:

$$P_2 = \frac{\alpha J_2 \beta C}{\alpha J_2 + \beta C} \qquad (5)$$

Bu zaman τ zaman sabiti

$$\tau = \frac{\gamma}{\alpha J_2 + \beta C} \qquad (6)$$

olur. t ≥ 0 üçün (2) tənliyini

$$\frac{dP}{P_2 - P} = \frac{dt}{\tau} \qquad (7)$$

Şəklində yazmaq olar. Bu tənliyi inteqrallayaraq t zaman anında fotosintezin intensivliyinin qiymətini almaq olar:

$$P = P_2 - (P_2 - P_1)e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (8)$$

(6) tənliyindən görünür ki, işıq seli sıxlığının artması ilə reaksiyanın sürəti artır ($1/\tau$). Belə ki, işıq seli sıxlığının artmasına qarşı reaksiya azalmasına qarşı reaksiya ilə müqayisədə daha tez olur. Bu o deməkdir ki, işığın fluktuasiyası zamanı fotosintez arta bilər. Beləliklə, sadə model işıq selinin dəyişən sıxlığının fotosintezin orta intensivliyinə təsirini qiymətləndirməyə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Acock B., Thorley J.H.M., Warren Wilson J/ Photosynthesis and energy conversion – In Potential crop/ production/Ed/P/F/ Wareing J.P. Cooper, London 1971
2. Kendall M.G. Stuart A. The Advanced theory of statistics Design and analysis and time series London Griffin 1966
3. Piaggio H.T., An elementary treatise on differential equations and their applications London Bell 1952

Резюме

На основе математической модели исследовано влияние изменения плотности светового потока от исходного значения J_1 до нового стационарного значения J_2 на интенсивность фотосинтеза. Предположим, что это изменение происходит очень быстро в момент времени t=0, и, следовательно, J= J_1, когда t<0, тогда J= J_2. Установлено, что скорость фотосинтетической реакции увеличивается с увеличением плотности светового потока. Таким образом, реакция на увеличение плотности светового потока происходит быстрее, чем на ее уменьшение. Это означает, что фотосинтез может усиливаться при колебаниях освещенности. Таким образом, простая модель не позволяет оценить влияние переменной плотности светового потока на среднюю интенсивность фотосинтеза.

Summary

Based on the mathematical model, it was studied how the change of the light flood density from the initial value J_1 to the new stationary value J_2 affects the intensity of photosynthesis. Let us assume that this change occurs very quickly at time t=0, and therefore J= J_1 when t<0, then J=J_2. It was determined that the speed of the photosynthetic reaction increases with the increase in light flood density. Thus, the reaction to the increase in light flood density is faster than the reaction to its decrease. This means that photosynthesis can increase during light fluctuation. Thus, the simple model does not allow to evaluate the influence of the variable density of the light flood on the average intensity of photosynthesis.

BİTKİLƏRİN FOTOSİNTEZİNİN İNTENSİVLİYİNİN İŞIQ SELİNİN DƏYİŞƏN SIXLIĞINA QARŞI REAKSİYASININ MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

Dos. Quliyev N.İ., prof. Quliyev M.S., dos. İmanov R.M.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: fotosintez, model, fotosintezin intensivliyi, fluktuasiya, işıq seli, sürətli reaksiya

Ключевые слова: фотосинтез, модель, интенсивность фотосинтеза, флуктуация, поток света, быстрый отклик.

Key words: photosynthesis, model, intensity of photosynthesis, fluctuation, flood of light, rapid reaction

İşıq seli sıxlığının fluktuasiyalarının fotosintezə təsirinin təsviri bir qədər ümumi anlayışlar əsasında və bir qədər də fotosintezedici yarpağın sadə modeli əsasında aparılması daha məqsədəuyğun olardı. İstifadə etdiyimiz model nəzəri model deyildir, lakin onun analitik həlli vardır. Bu isə qarşıya qoyulan məsələni dəqiq analiz etməyə imkan verir. Hər halda model, fotosintetik reaksiyanın stasionar əyrisini almağa imkan verdiyinə görə birinci yaxınlaşma kimi böyük əhəmiyyətə malikdir.[1,2] Günəşdən gələn işıq seli sıxlığının J_1 – dən J_2 – yə və tərsinə fasiləsiz keçirilməsi zamanı fotosintezin intensivliyinin ölçülməsi üçün təcrübə qoymaq nisbətən sadədir. Bununla əlaqədar olaraq belə halı nəzərə alan modelin tənliyinin həlli alınmışdır.[3] Tutaq ki, t_1 zaman anında işıq selinin sıxlığı J_1 – dir və t_2 zaman anında J_2 qiymətini alır və t_1 zaman anında J_1 qiymətinə qayıdır və s. Karbon qazının konsentrasiyası C sabit qəbul edilir. Başlanğıc keçid fazasından sonra fotosintezin intensivliyi yeni stasionar haladək dəyişir; bu proses hər bir (t_1+t_2) periodu ərzində təkrarlanır və göstərmək olar ki, (t_1+t_2) müddəti ərzində baş verən fotosintez

$$(P_1t_1 + P_2t_2)(1+\theta) \qquad (1)$$

olur.

Burada P_1 – stasionar halda fotosintezin intensivliyi, P_2 – işıq selinin pilləli dəyişməsindən sonra fotosintezin intensivliyi, θ – gücləndirmə əmsalıdır. Fotosintezin orta intensivliyi

$$\overline{P} = (1+\theta)\frac{P_1t_1 + P_2t_2}{t_1 + t_2} \qquad (2)$$

təşkil edir.

Sürətli fluktuasiyalarda t_1 və $t_2 \to 0$, θ özünün maksimum qiymətinə malik olur və göstərmək olar ki,

$$\overline{P}_{sur} = \frac{P_1t_1/\tau_1 + P_2t_2/\tau_2}{t_1/\tau_1 + t_2/\tau_2} \qquad (3)$$

Bu ifadəni (1), (2) və (3) ifadələri ilə kombinasiya etsək

$$\overline{P}_{sur} = \frac{\alpha\overline{J}\beta C}{\alpha\overline{J} + \beta C} \quad \text{burada } \overline{J} = \frac{J_1t_1 + J_2t_2}{t_1 + t_2} \qquad (4)$$

Göründüyü kimi, fotosintezedici sistemin reaksiya müddəti ilə müqayisədə kifayət qədər sürətli fluktuasiyalar üçün fotosintezin intensivliyini işıq selinin orta sıxlığından J_1 stasionar işıq əyrisində istifadə etməklə hesablamaq olar. Yavaş fluktuasiyalar üçün t_1 və $t_2 \to \infty$, θ sıfra yaxınlaşır və fotosintezin orta intensivliyi aşağıdakı tənliklə ifadə edilir

$$\overline{P}_{yav} = \frac{P_1t_1 + P_2t_2}{t_1 + t_2} \qquad (5)$$

Məhz bu tənlikdə $(t_1 + t_2)$ periodu ərzində fotosintezin orta intensivliyi təsvir edilir. Çox yavaş və çox sürətli işıq fluktuasiyalarının nəticələrinin müqayisəsi çox maraqlıdır. Göstərmək olar ki, βC – nin qiyməti o qədər böyük ola bilər ki, işıq reaksiyasının əyrisi xətti olar və ya βC – nin qiyməti o qədər kiçik ola bilər ki, sistem işıq doyma halında olar. Bu zaman $P_{sür} = P_{yav}$ olar və istər yavaş, istərsədə sürətli fluktuasiyaların olması fotosintezin orta intensivliyinə təsir etməz. Fotosintezin maksimum intensivliyi işıq seli sıxlığının sabit qiymətində müşahidə edilir. Böyük tezlikli fluktuasiyalar ən az təsir göstərir. Fluktuasiya periodunun $(t_1 + t_2)$ tədricən artması özünü fotosintezin orta intensivliyində biruzə verir. $(t_1 + t_2)$ zaman sabitindən təxminən iki dəfə çox olduqda reaksiya dəyişir. Sürətli reaksiyadan yavaş reaksiyaya keçid çox tədricən baş verir. Üç halda fotosintez işıq fluktuasiyalarından asılı olmur:

1. Əgər düşən işıq selinin bir sıra sıxlıqları üçün βC – nin qiyməti αJ – nin qiyməti ilə müqayisədə azdırsa sistem işığın doymasında fəaliyyət göstərir və P βC – nin sabit qiymətinə malikdir. İşığın fluktuasiyası bu qiymətə təsir göstərmir və buna görə də onu nəzərə almamaq olar.

2. Əgər βC – nin qiyməti $\alpha\bar{J}$ – nin qiyməti ilə müqayisədə böyükdürsə sistem işıq əyrisinin xətti hissəsində fəaliyyət göstərir. Burada stasionar fotosintezin intensivliyi P_S/P αJ – *yə bərabərdir.* $\bar{P} = \alpha\bar{J}$, $\bar{J}$ – işığın fluktuasiyasının olmasından asılı olmayan işıq selinin orta sıxlığıdır.

3. Əgər J – nin istənilən qiyməti üçün onun orta qiymətdən meyli azdırsa, onda birinci tərtib reaksiyalar üçün belə kənaraçıxma fotosintezin orta intensivliyinə təsir göstərmir.

Baxılan birinci hal (βc – kiçikdir) tam aydındır. Digər ikisi tam aydın deyil.

Yekunda demək olar ki, fotosintezi hesablamaları üçün spektral analizin işıq selinin sıxlığının ölçülmələrinə tətbiqindən az şey əldə etmək olar. Ən yaxşısı fotosintezi bilavasitə işıq selinin ölçmələri əsasında iki üsulla hesablamaq olar. bunlardan birincisi, ən sadəsidir və əksər hallarda kifayət qədər dəqiqliyə malik olur. bu üsul stasionar halın işıq əyrisindən istifadəyə əsaslanır. Burada vacibdir ki, işığın ölçülməsi sabit zamana malik cihazda aparılsın. İkinci üsul, böyük dəqiqliyi ilə fərqlənir və işığın sürətli öölçülmələrini tələb edir.

Gün ərzində işıq rejiminin daha dəqiq təsvirini görünür ki, ən yaxşısı birbaşa ölçmələrin nəticələri təmin edir. Ölçmələrin tezliyi nə qədər çox olarsa və ölçü cihazının zaman sabiti nə qədər qısa olarsa, alınan məlumat bir o qədər dəyərli olar.

Beləliklə, fotosintezin qiymətləndirilməsi üçün işıq seli sıxlığının ölçmələrindən istifadənin bir neçə metodu təklif olunmuşdur. İşıq selinin sıxlığının ölçmələrini, yarpağın və ya bitkinin fotosintetik sisteminin reaksiya müddətindən xeyli kiçik zaman intervalları ilə aparmağın mənası yoxdur. Adətən, ölçmələrarası zaman parçasının təxminən fotosintetik reaksiya müddəti qədər olması kifayətdir.

Ölçmələr arası intervalların daha uzun müddətli olduğu halda, işıq rejimi fotosintezin qiymətlənddirilməsi üçün tələb olunan qədər tam xarakterizə olunmayacaq. Ölçmələr arası interval nə qədər sürətli olarsa, fotosintezin intensivliyinin həqiqi və hesablanmış qiymətləri arasındakı fərq bir o qədər çox olacaqdır

Ədəbiyyat

1. Бем Л.Н. Качества света как фактор регулирующий энергетику фотосинтеза П.Сб. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности М. Наука 2011

2. Далькэ И.В. Эффуктивность использования энергии тепличной культурой// Буткин А.В. и др./ Известия Тсх А. 2013 №5

3. Berseneva S.A., Demidenko E.N., Pudakova N.V., Belov A.N., Belova G.A. İnfluens of the balance of metritional medium agrochemical composition on the productivity and contenct of sugars in tomatoes in law – volume hydroponics. Journal of Critical Reviews 2020, T7 №13. C 2900-2903.

Резюме

В статье предложено несколько методов использования измерений плотности светового потока для оценки фотосинтеза. Не имеет смысла проводить измерения плотности светового потока с временными интервалами, значительно меньшими, чем время отклика фотосинтетической системы листа или растения. Обычно временной интервал между измерениями приблизительно равен времени фотосинтетической реакции.

Если интервалы между измерениями будут больше, то световой режим будет охарактеризован не так полно, как это требуется для оценки фотосинтеза. Чем короче

интервал между измерениями, тем больше будет разница между фактическими и расчетными значениями интенсивности фотосинтеза.

Summary

In the article, several methods of using light flux density measurements for the evaluation of photosynthesis were proposed. It does not make sense to make light flux density measurements with time intervals much smaller than the response time of the photosynthetic system of a leaf or plant. Usually, the time interval between measurements is sufficient to be approximately the photosynthetic reaction time.

If the intervals between measurements are longer, the light regime will not be characterized as fully as required for the estimation of photosynthesis. The faster the interval between measurements, the greater will be the difference between the actual and calculated values of the intensity of photosynthesis.

IKIFAZALI POLİMER –SU SISTEMLƏRINDƏ FAZAƏMƏLƏ GƏLMƏ PROSESNDƏ SUYUN ROLU

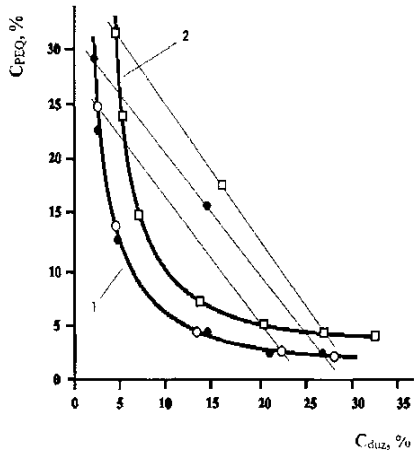
f.ü.f.d.Həsənova X. T., Camalzadə T. G., Rüstəmova Ü. S.
Bakı Dövlət Universiteti
Xaverhasanova2019@rambler.ru

Açar sözlər: ikifazalı sistemlər, fazalara ayrılma, həllolmanən aşağı kritik nöqtəsi, həllolmanın yuxarı kritik nöqtəsi.

Ключевые слова: двухфазные системы, ВНКТР и НКТР.

Bəzən elə maddələr olur ki, hər biri ayrılıqda eyni bir həlledicidə yaxşı həll olduqları halda, həmin həlledicidə birlikdə həll olmaları çətinləşir və faza əmələ gətirən komponentlərin konsentrasilarının müəyyən qiymətindən sonra onların biirlikdə həllolması mümükün olmur və sistemin digər hissələrindən kəskin sərhədlə ayrılan makroskopik hissə ayrılır. Bu hala fazalara ayrılma deyilir. Bu cür termodinamik uyuşmazlıq nəticəsində sistemdə iki və daha cox faza ola bilər.

Fazaəmələ gəlmənin molekulyar aspektlərinin araşdırılması və fazaəmələgəlməni sürətləndirən və yaxud zəiflədən təsirlərin öyrənilməsi məqsədilə polimer—su ikifazalı sistemlərdə bəzi əlavələrin təsirinə baxılmışdır. Fazaəmələgəlmədə suyun rolunu müəyyən etmək məqsədilə suyun strukturunu dağıtması bəlli olan karbamidin təsirinə baxılmışdır . Şəkil 1-də suyun strukturuna dağıdıcı təsir göstərən karbamidin ikifazalı polimer-duz-su sisteminin əlavələrsiz və 0,25mol/l teokarbamid əlavə edilərək binodal əyrisi verilmişdir.

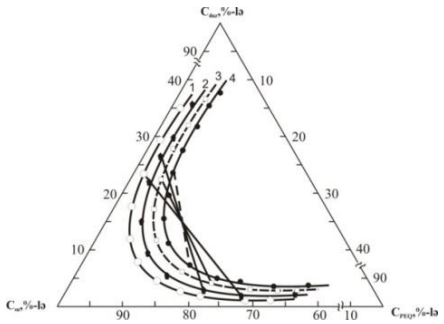


Şəkil 1.PEQ--C4O6H4Na2-H2O ikifazalı sisteminin hal diaqramları: əlavələrsiz (o) və 2 - 0,25 mol/l tiokarbamidlə (•), - 0,1mol/l karbamidlə (□)

Şəkildən göründüyü kimi 0,1 mol/l karbamidin təsiri ilə sistemin hal diaqramında sistemin homogen oblastın sahəsi böyüdüyü halda, tiokarbamid demək olar ki binodal əyrisini dəyişmir. Karbamidin, tiokarbamidə nisbətən suyun strukturuna daha cox dağıdıcı təsiri məlumdur və deməli, suyun strukturunu dağıdaraq məhlulda sərbəst su molekllarının artması səbəbindən fazalara ayrılma çətinləşir və fazalara ayrılma komponentlərin daha böyük konsentrasiyalarında baş verir. Deməli, suyun strukturuna dağıdıcı və ya strukturlaşdırıcı təsir göstərərək, məhlulda sərbəst su molekullarının konsentrasiyasını bu və ya digər istiqamətdə dəyişən əlavələr vasitəsilə sistemdə fazaəmələgəlmə prosesini idarə etmək olur, ki, bunun da elmi praktik əhəmiyyəti ola bilər.

Tədqiq olunan sistemdə temperaturun binodal əyrisinə təsiri də öyrənilmişdir. Polimer-polimer-su ikifazalı sistemlərindən fərqli olaraq polimer-duz-su ikifazalı sistemlərdə temperaturun artmasilə sistemdə fazaəmələ gəlmə asanlaşır və komponentlərin daha kiçik qiymətlərində fazalara ayrılma baş verir. şəkil 2-də PEQ--C4O6H4Na2-H2O ikifazalı sisteminin hal diaqramına tempetarun təsiri göstərilmişdir

Temperaturun artmasilə polimer-duz-su sistemlərində fazaəmələgəlmə komponentlərin daha kiçik konsentrasiyalarında baş verir ki, bu da həllolmanın aşağı kritik temperatura (HAKN) malik olması deməkdir. Polimer-polimer –su sistemlərində isə əksinə temperaturun artmasilə həllolma asanlaşır və bu cür məhlullar həllolmanın yuxarı kritik nöqtəsinə (HYKN) malikdir. Mühitdə duz olduqda temperaturun artmasilə duzun dissosasiyası da artır və ionlar tərəfindən su molekulları tutulduğu üçün mühitdə həllolma çətinləşir və fazaəmələgəlmə sürətlənir.



Şəkil 3. PEQ--C4O6H4Na2-H2O ikifazalı sisteminin müxtəlif temperaturlarda bhal diaqramları: 1 - 700C; 2 - 500C; 3 - 300C; 4 - 100C

Ədəbiyyat

1. Масимов Э.А., Багиров Т.О., Гасанова Х.Т. // Журнал изв. вузов «Химия и химическая технология», 2008, том 51, вып.2, с.123-126
2. Масимов Э.А., Багиров Т.О., Саламова У.Р., СалехАзерпур // Вестник Бакинского Университета, серия физико-математических наук, 1998, №2, с. 82-85.
3. Albertsson P.A. Partition of cell particles and macromolecules, 3rd Ed., Willey Press: New York, 1986, 396 p. v.2, №1, p.90-100.
4. DobryA., Boyer-Kawencki F. Phase separation in polymer solution. //Polymer Sci.-1947,
5. Zaslavsky B. Aqueous Two-Phase Partitioning: Physical Chemistry and Bioanalytical Applications, Marcel Dekker, New York, 1994, -212 p.
6. Məsimov E.Ə., Bağırov T.O., Həsənova X.T. PEQ-qeyri-üzvi elektrolit sistemlərinin hal diaqramlarının termodinamik analizi // Bakı Universitetinin xəbərləri, 2004, №3, səh. 97-102
7. Həsənov A.Ə., Həsənova X.T., Bağırova S.R. Influense of some salts on binodaline of biphasic systems formed by noninoic polymers AJP FİZİKA 2022vol.XXVIII №1, sec.En. 3-7

Резюме

В представленной работе были исследованы фазовые диаграммы водно-полимерной двухфазной системы в присутствии добавок карбамида и температуры. Было показано, что влияние добавок проявляется в смешении бинодальных кривых, т.е. в изменении соотношения плошадей гетерогенных и гомогенных областей фазовой диаграммы. Анализ приведенных данных показывает, что изменение параметров фазовой диаграмм двухфазной системы в зависимости от природы добавок связано изменением структуры воды под влиянием указанных факторов и в соответствии с этим изменением взаимодействия фазообразующих компонентов двухфазной системы с водой, обусловливающие различия физико-химических свойств, в частности относительных гидрофобностей двухфазной системы.

TRANSITION TO RENEWABLE ENERGY: BENEFITS, CHALLENGES, AND RISKS FROM A SUSTAINABLE DEVELOPMENT PERSPECTIVE

İmamverdiyev N. S.

Institute of Geography named after acad. H.A. Aliyev, Ministry of Science and Education, 115 H. Javid Avenue, Baku AZ1143.

Keywords: transition to renewable energy, benefits, challenges, risks, sustainable development perspective

Introduction. I found a report by the United Nations Environment Program (UNEP) titled “Transition to a green economy: benefits, challenges and risks from a sustainable development perspective” which contains three papers. The first paper by José Antonio Ocampo looks at the macroeconomic policy implications of the transition to the green economy [1]. The report highlights those shifting subsidies from fossil fuels to renewable energy not only cuts emissions but also contributes to sustainable economic growth, job creation, better public health and more equality[2]. Renewable energy offers a way out of import dependency, allowing countries to diversify their economies and protect them from the unpredictable price swings of fossil fuels while driving inclusive growth [5].

The renewable energy transition can contribute to sustainable economic growth, job creation, better public health, and more equality. The International Energy Agency (IEA) has been re-emphasizing that governments should bear in mind the structural benefits of increasingly competitive renewables, such as economic development and job creation, while also reducing emissions and fostering technology innovation [3].

The energy transition requires new technology for maximum use of the abundant but intermittent renewable sources, a sustainable mix with limited nonrenewable sources optimized to minimize cost and environmental impact but maintained quality, stability, and flexibility of an electricity supply system [4].

Method. One method of transitioning to renewable energy is through the adoption of policies that incentivize renewable energy production and use. These policies could include tax credits, subsidies, and renewable portfolio standards that require a certain percentage of energy to be generated from renewable sources.

Another method is through the deployment of renewable energy technologies, such as solar panels, wind turbines, and geothermal systems. However, this can be challenging due to the high initial cost of these technologies and the need for significant infrastructure upgrades.

Data analysis: Transitioning to renewable energy sources brings several benefits, challenges, and risks from a sustainable development perspective. Some of the key ones are:

Benefits:

Reduced greenhouse gas emissions: Renewable energy sources emit significantly fewer greenhouse gases than fossil fuels, helping to mitigate climate change.

Improved air quality: Fossil fuel combustion produces harmful air pollutants that cause respiratory and other health problems. Renewable energy sources such as wind and solar power do not produce any harmful emissions.

Job creation: The transition to renewable energy creates new jobs in sectors such as manufacturing, installation, and maintenance of renewable energy infrastructure.

Increased energy independence: Reliance on foreign sources of energy can be reduced through the use of domestically sourced renewable energy.

Cost savings: Over time, renewable energy sources can be more cost-effective than fossil fuels, as they do not have the same fuel costs and are subject to lower price volatility.

Challenges:

Technical challenges: Integrating renewable energy sources into the grid can be technically challenging, requiring new infrastructure and technology to manage variability and intermittency.

Economic challenges: The upfront costs of renewable energy infrastructure can be high, and some industries and regions may face job losses due to the shift away from fossil fuels.

Political challenges: Resistance to change from powerful fossil fuel industries, lack of political will, and the complexity of international cooperation on climate change are all political challenges to the renewable energy transition.

Social challenges: The deployment of renewable energy infrastructure can have negative impacts on local communities, including visual pollution and land-use conflicts.

Risks:

Environmental risks: Large-scale deployment of renewable energy infrastructure can have negative environmental effects, such as habitat destruction, water usage, and waste generation.

Technological risks: The reliance on new and untested technology carries the risk of technical failures and unforeseen consequences.

Security risks: The decentralization of energy production may create vulnerabilities in the energy grid and increase the risk of cyber-attacks.

Overall, transitioning to renewable energy sources is crucial for sustainable development, but it requires careful planning and management to maximize the benefits while minimizing the challenges and risks.

Result. One of the main benefits of renewable energy is its potential to reduce greenhouse gas emissions and mitigate the impacts of climate change. Renewable energy sources such as wind, solar, and hydropower generate electricity without producing carbon dioxide or other harmful pollutants. This has the potential to significantly reduce the carbon footprint of energy production, which is a major contributor to global greenhouse gas emissions. Another important benefit of renewable energy is improved air quality. Fossil fuel combustion releases harmful pollutants into the air, which can have serious health effects, particularly for vulnerable populations such as children, the elderly, and those with pre-existing health conditions. Renewable energy sources produce electricity without emitting these harmful pollutants, which can improve public health and reduce healthcare costs.

Transitioning to renewable energy also has the potential to increase energy security. Renewable energy sources are typically more distributed and decentralized than traditional fossil fuel sources, which can reduce the risk of supply disruptions due to natural disasters, geopolitical conflicts, or other factors. However, transitioning to renewable energy sources is not without its challenges and risks. One of the fundamental challenges is the high upfront cost of developing renewable energy infrastructure. This can make it difficult for many countries, particularly developing nations, to make the transition to renewable energy sources without significant financial assistance. There are also significant infrastructure changes that need to be made in order to transition to renewable energy. For example, the electricity grid needs to be reconfigured to accommodate the decentralized nature of renewable energy sources, and new storage technologies need to be developed to ensure that electricity is available when it is needed.

Conclusion. Renewable energy offers a way out of import dependency, allowing countries to diversify their economies and protect them from the unpredictable price swings of fossil fuels while driving inclusive growth. Using more renewable energy can lower the prices of and demand for natural gas and coal by increasing competition and diversifying our energy supplies. And an increased reliance on renewable energy can help protect consumers when fossil fuel prices spike. Overall, transitioning to renewable energy sources is crucial for sustainable development, but it requires careful planning and management to maximize the benefits while minimizing the challenges and risks.

References

1. Cosbey, Aaron. "Trade, sustainable development and a green economy: Benefits, challenges and risks." The Transition to a Green Economy: Benefits, Challenges and Risks from a Sustainable Development Perspective (2011): 40.

2. Five ways to jump-start the renewable energy transition now: [Electronic resource] / United Nations, Climate Action. 2021, URL: https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition

3. IEA, Renewable energy market update, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update, License: (2020), CC BY 4.0

4. Kabeyi, Moses Jeremiah Barasa, and Oludolapo Akanni Olanrewaju. "Sustainable energy transition for renewable and low carbon grid electricity generation and supply." Frontiers in Energy Research 9 (2022): 1032.
5. Renewable energy – powering a safer future: [Electronic resource] / United Nations, Climate Action. 2021, URL: https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy

Xülasə

Məqalədə bərpa olunan enerji mənbələrinə keçidin üstünlükləri və mənfi cəhətləri müzakirə olunur. Məqalədə qeyd olunur ki, bərpa olunan enerjiyə keçidin faydaları, məsələn, istixana qazı emissiyalarının azaldılması və havanın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması, əlaqədar çətinliklər və risklərdən üstündür. Bununla belə, məqalədə, həmçinin bərpa olunan enerji texnologiyasının yüksək qiyməti və infrastrukturun əhəmiyyətli yenilənməsinə ehtiyac da daxil olmaqla, aradan qaldırılmalı əhəmiyyətli maneələrin olduğu qəbul edilir.

Резюме

В статье рассматриваются преимущества и недостатки перехода на возобновляемые источники энергии. В статье отмечается, что преимущества перехода на возобновляемые источники энергии, такие как сокращение выбросов парниковых газов и улучшение качества воздуха, перевешивают связанные с этим проблемы и риски. Однако в статье также признается, что необходимо преодолеть серьезные препятствия, в том числе высокая стоимость технологий использования возобновляемых источников энергии и необходимость значительной модернизации инфраструктуры.

МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПЕНТАПЕПТИДНЫХ МОЛЕКУЛ ILYPM И YVPGP

д.н.ф Агаева Г. А., д.ф.ф.Агаева У. Т., д.ф.м.н.Годжаев Н. М.
Институт физических проблем, Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан, gulshen@mail.ru

Ключевые слова: противоопухолевые пептиды, пентапептид, конформация, электронная структура, рак предстательной железы.

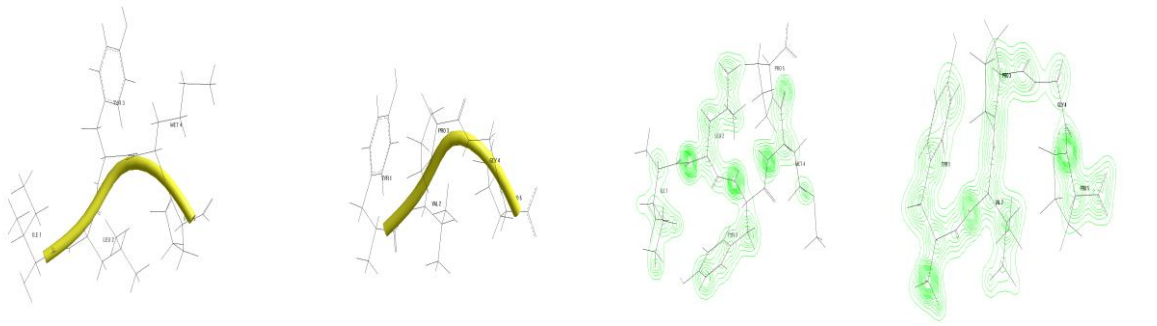
Açar sözlər: antitumor peptidlər, pentapeptid, konformasiya, electron quruluş, prostat vəzisinin xərçənqi.

Key words: anticancer peptides, pentapeptide, conformation, electron structure, prostate cancer.

Рак предстательной железы является одним из наиболее распространенных злокачественных новообразований мужской мочевыделительной системы, а также ведущей причиной смертности от рака у мужчин [1,2]. В настоящее время для лечения рака используется консервативная химиотерапия из-за нехватки эффективных препаратов. Поэтому существует настоятельная потребность в новых лекарствах с новыми механизмами действия. Использование противораковых пептидов является многообещающим способом терапии рака. Существуют некоторые преимущества, предполагаемые для использования пептидов при лечении рака, поскольку эти

соединения обладают благоприятными характеристиками, такими как меньший размер, высокая активность, низкая иммуногенность, хорошая биосовместимость in vivo, удобный и быстрый способ синтеза, поддающийся модификации последовательности. Было обнаружено, что пентапептид с аминокислотной последовательностью Ile-Leu-Tyr-Met-Pro (ILYMP), выделенный из гидролизата белка Cyclina sinensis, индуцирует апоптоз клеток рака предстательной железы DU-145 [1]. В то же время было определено, что пентапептид с последовательностью Tyr-Val-Pro-Gly-Pro (YVPGP), проявляет определенную цитотоксичность в отношении клеток DU-145 рака предстательной железы человека, и его механизм действия может быть связан с регулируемым митохондриями путем апоптоза [2]. Для определения механизма действия этих пентапептидов и исследования их структурно-функциональных связей требуется знание конформационной специфичности и гибкости основной и боковых цепей молекул, позволяющее рационально сконструировать функциональные группы, избирательно действующие на их рецепторном уровне. Основной целью настоящей работы является исследование конформационной динамики остова и боковых цепей пентапептидов методом молекулярной механики. Структурные данные очень полезны в качестве ориентира при разработке аналогов с более мощной и/или длительной биологической активностью. Для определения активного центра пентапептида были рассчитаны электронные характеристики стабильных конформаций молекул методом квантовой химии.

В данном исследовании конформационная потенциальная энергия молекулы задается как сумма независимых вкладов несвязанных, электростатических, торсионных взаимодействий и энергий водородных связей. При обсуждении результатов расчета была использована принятая классификация пептидных структур-шейпы, формы основной цепи и конформации. Конформационное состояние каждого остатка определялось значениями двугранных углов φ, ψ и ω основной цепи, которые находятся в низкоэнергетических областях стерической карты Рамачандрана. Расчет стабильных конформаций пептидов проводился с помощью программы и системы потенциальных функций, ранее описанных и примененных в работах [3]. Электронное строение молекул изучалось с помощью полуэмпирического метода квантовой химии с использованием комплекса сервисных программ HyperChem v. 8.0, позволяющего проводить квантово-химические расчеты молекул методом AM1.



а) б)

Рис.1. Проекции энергетически предпочтительных конформаций молекул İLYMP и YVPGP (а) и их электронная структура (б).

Исходные структурные приближения для этого пентапептида были выбраны с учетом ограничений, связанных с остатком Pro. Первичные структурные варианты были предложены для расчета оптимальных конформаций пентапептида на основе

низкоэнергетических конформаций соответствующих аминокислотных остатков с учетом различных ориентаций их боковых цепей. Конформации пентапептидов с наименьшей энергией были в основном стабилизированы эффективными межостаточными взаимодействиями, образованными между гидрфобными неполярными остатками и С-концевыми остатками Pro5. Обнаружено, что сильные взаимодействия между остатками вносят важный вклад только в энергию дисперсионных взаимодействий. Эти взаимодействия характерны для всех низкоэнергетических структур пентапептидов. Расчеты показали, что в низкоэнергетических конформациях обоих пентапептидов расстояние между двумя Cα-атомами второго и пятого остатков составляет меньше 7,0 Å, что свидетельствует о наличии бета-поворота. Анализ зарядовых характеристик и электронной плотности на атомах пептидных групп молекул пентапептидов позволяет сделать вывод, что большей электронодонорной способностью обладают атомы кислорода карбонильной группы по сравнению с ее другими атомами, т.е. наличие высокозаряженных пептидных групп играет существенную роль в реакционной способности молекул.

Полученные результаты и обсуждение приводят к следующим выводам:

(I)Моделирование пространственной структуры противоопухолевых пентапептидов методом молекулярной механики в полярной среде позволило выявить наличие β-поворота на тетрапептидном сегменте 2-5 их последовательности ;

(II) Данный конформационный анализ помог выявить ряд общих особенностей пространственного расположения и электронных структур обоих пентапептидных молекул. Определенные стабильные структуры пентапептидов могут использоваться в качестве основы для проектирования более эффективных селективных агонистов

Литература

1.Fangmiao Yu , Yaru Zhang , Lei Ye , Yunping Tang , Guofang Ding , Xiaojun Zhang ,Zuisu Yang, A novel anti-proliferative pentapeptide (ILYMP) isolated from Cyclina sinensis protein hydrolysate induces apoptosis of DU-145 prostate cancer cells. Molecular Medicine Reports, 2018,vol.18,iss.1, pp. 771-778.

2.Li X., Tang Y., Yu F., Sun Y., Huang F., Chen Y., Yang Z., Ding G.. Inhibition of prostat cancer DU-145 cells proliferation by *anthopleura abjunae* oligopeptide (YVPGP) via PI3K/AKT/mTOR signaling pathway, *Mar. Drugs* 2018, Volume 16(9), pp.325-335.

3.Maksumov I.S.,Ismailova L.I., Godjaev N.M, The program for semiempirical calculation of conformations of the molecular complexes J. Struct. Khim.(Russian), 1983,vol.24,pp.147-148.

Xülasə

Prostat xərçəngi DU-145 hüceyrələrində antitümör aktivlik nümayiş etdirən iki pentapeptid ILYPM və YVPGP-nin fəza və elektron quruluşu molekulyar modelləşdirmə üsulları ilə tədqiq edilmişdir. Pentapeptidlərin enerji baxımından əlverişli konformasiyaları molekulyar mexanika üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Hesablamalar aşağı enerjili konformasiyalarda bütün qalıqlar üçün dihedral bucaqların və yan zəncir istiqamətlərinin əlverişli diapazonlarını müəyyən etmişdir. Nəticələrin müqayisəsi göstərdi ki, pentapeptidlərin stabil konformerləri beta-dönüş strukturunu qəbul etməyə meyllidirlər. Alınan nəticələr pentapeptid molekullarının optimal üçölçülü strukturunun formalaşmasında hər bir qalığın rolunu qiymətləndirmək üçün istifadə edilmişdir. Pentapeptidlərin aktiv mərkəzini müəyyən etmək üçün kvant kimyası ilə molekulların sabit konformasiyalarının elektron xarakteristikası hesablanmışdır.

Summary

The spatial and electronic structure of the two pentapeptides ILYPM and YVPGP, which exhibit antitumor activity in prostate cancer DU-145 cells, were studied by molecular modeling methods. The energetically favorable conformations of pentapeptides were determined by the method of molecular mechanics. Calculations determined favorable ranges of dihedral angles and side chain orientations for all residues in low-energy conformations. Comparison of the results showed that stable conformers of pentapeptides tend to adopt a beta-turn structure. The results obtained were used to evaluate the role of each reside in the formation of the optimal three-dimensional structure of pentapeptide moleccules. To determine the active center of pentapeptides the electronic characteristics of stable conformations of molecules were calculated by quantum chemistry.

PEQ-SU VƏ DEKSTRAN-SU MƏHLULLARININ STRUKTUR TEMPERATURLARI

Şükürova J. Z.
Bakı şəhəri, Bakı Dövlət Universiteti

Açar sözlər: PEQ və dekstranın sulu məhlullarının struktur temperaturu, özlülük, optimallaşma metodu

Keywords: structure temperature, viscosity, optimization method of aqueous solutions of PEQ and dextran

Ключевые слова: структурная температура, вязкость, метод оптимизации водных растворов PEQ и декстрана.

«Struktur temperaturu» termini elmə ilk dəfə Bernal və Fauler tərəfindən müxtəlif maddələrin suyun strukturuna təsirini miqdarı təyin etmək üçün daxil edilmişdir. Müəlliflərin fikrinə görə struktur temperaturu parametrinin «texniki termin» kimi daxil edilməsi məhlullarda bir çox mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələri özündə cəmləşdirər və dərin mənaya malik ola bilər.

Məlumdur ki, suda həll olan istənilən maddə suyun strukturunu dəyişdirir və bunun nəticəsində sulu məhlulun hər hansı fiziki və ya fiziki-kimyəvi xassəsi (səthi gərilmə əmsalı, sındırma əmsalı, özlülük və s.) suyun uyğun xassəsindən fərqlənir. Digər tərəfdən, bu fərqi temperaturu dəyişdirməklə də əldə etmək olar. Qeyd edək ki, söhbət kiçik dəyişmələrdən gedirsə, temperaturu artırıb və ya azaltmaqla suyun hər hansı parametrinin istənilən dəyişməsinə həmişə nail olmaq olar. Bu dediklərimizdən belə bir nəticə alınır ki, hər hansı c_1 konsentrasiyalı sulu məhlul üçün elə bir T_1 temperaturu var ki, həmin temperaturda təmiz suyun fiziki xassəsi, c_1 konsentrasiyalı sulu məhlulun otaq temperaturundakı fiziki xassəsi ilə eyni olsun. Bu T_1 temperaturu, c_1 konsentrasiyalı sulu məhlulun struktur temperaturu adlanır. Göründüyü kimi, Bernal və Fauler mənasında struktur temperaturu dedikdə, təsirinə görə həll olan maddənin konsentrasiyasının analoqu ola biləcək temperatur başa düşülür [1].

Struktur temperaturu anlayışı 80-ci illərin əvvəllərində yenidən, tamamilə başqa tərzdə, Uberreyter tərəfindən işlədilmişdir [2]. O, göstərmişdir ki, mayelərin özlülüyünün temperatur asılılığı üçün ifadəsi yalnız sərbəst mayelər üçün özünü doğruldur. Belə mayelərdə yalnız

$$\eta = \eta_0 \exp\left(\frac{B}{T}\right) \qquad (1)$$

Van-der-Vaals qarşılıqlı təsirləri mövcuddur. Əgər mayedə hər hansı bir strukturlaşdırıcı (nizamlayıcı) qarşılıqlı təsir varsa, (məsələn, suda hidrogen rabitəsi) bu halda özlülüyün temperatur asılılığı (1) ifadəsinə tabe olmur. Aydındır ki, müxtəlif mayelərdə müxtəlif xarakter daşıyan strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsirlər mövcuddur və bu da özlülüyün temperatur asılılığı üçün müxtəlif ifadələrə gətirir. Belə ifadələrdən biri də Vogelin emprik düsturudur:

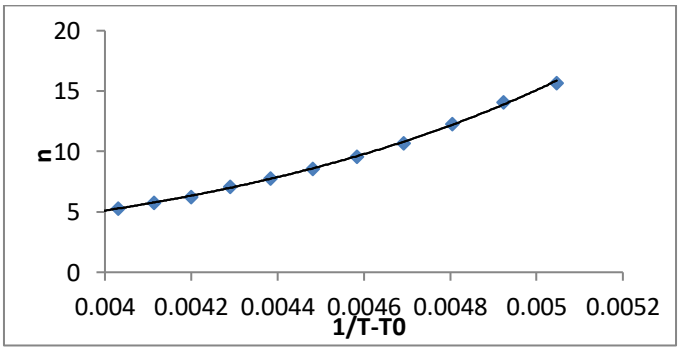
$$\eta = \eta_0 \exp\left(\frac{B}{T - T_0}\right) \qquad (2)$$

Uberreyter (2) düsturuna daxil olan T_0 parametrini struktur temperaturu adlandırmışdır [1]. Bu ona əsaslanır ki. $T=T_0$ olduqda, özlülük sonsuzluğa bərabərdir. Yəni bu temperaturda sistemin bütün sərbəstlik dərəcələri donur. Uberreyterə görə (2) ifadəsi molekulları arasında heç bir strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsir olmayan mayelər (sərbəst mayelər) üçün $T_0 = 0K$ olduqda, molekulları arasında müəyyən strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsir olan mayelər üçün isə $T_0 > 0K$ olduqda ödənilir. Təmiz su üçün bu, o vaxt olur ki, $T_0 \approx 146K$ olsun.

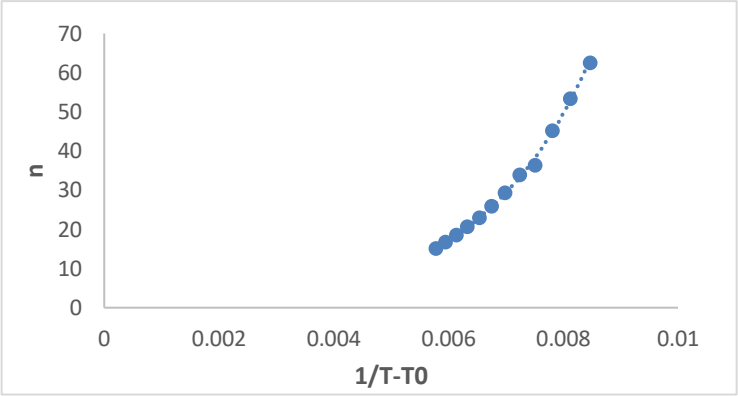
Göründüyü kimi, struktur temperaturu bilavasitə mayedə olan strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsirlərlə əlaqədar parametrdir. Bu səbəbdən də hər hansı faktorların təsiri ilə mayenin (məhlulun) strukturunun dəyişməsi struktur temperaturunun qiymətini dəyişdirəcək. Belə ki, sulu məhlulun struktur temperaturu təmiz suyun struktur temperaturundan böyükdürsə, suya əlavə edilən maddə suyu strukturlaşdırır. Əgər sulu məhlulun struktur temperaturu təmiz suyun struktur temperaturundan kiçikdirsə, suya əlavə edilən maddə suyun strukturunu dağıdır.

Alınan nəticələr və onların müzakirəsi

Dekstran və polietilenqlikolun özlülüklərinin temperatur asılılığı şəkil1 və şəkil2də verilmişdir.



Şəkil1. Dekstranın sulu məhlulunun özlülüyünün temperatur asılılığı



Şəkil2. Polietilenqlikolun sulu məhlulunun özlülüyünün temperatur asılılığı

Optimallaşma metodundan istifadə etməklə özlülüyün temperatur aslılığından struktur temperaturu hesablanmışdır. PEQ üçün T_{str}=180 K, dekstran üçün T_{str}=100 K alınmışdır. Təmiz su üçün struktur temperaturu T_{str}=145 K olduğundan, deyə bilərik ki, suya hər hansı maddə əlavə etdikdə struktur temperaturu 145-dən böyükdürsə, deməli həmin maddə suyu strukturlaşdırır, struktur temperaturu 145-dən kiçikdirsə, deməli həmin maddə suyu dağıdır. Baxdığımız halda PEQ suyu strukturlaşdırır.

Ədəbiyyat

1. Бернал Дж., Фаулер Р. Структура воды и нонных растворов. Усп. физ. наук, 1934, т.14, с.586-644

2. Ueberreiter K. Change of water structure by solvents and polymers. Colloid & Polymer Science. 1982, 260, No1, p. 37-45.

Резюме

В представленном исследовании изучались реологические свойства водных растворов полиэтиленгликоля и декстрана. Для этого рассматривали температурную зависимость вязкости и плотности (25-80°C). С помощью метода оптимизации была определена температура конструкции.

Summary

In the presented study, the rheological properties of aqueous solutions of polyethylene glycol and dextran were studied. For this purpose, the temperature dependence of viscosity and density (25-800C) was considered. Using the optimization method, the structure temperature was determined.

FİZİKANIN DİGƏR PROBLEMLƏRİ

HOLOQRAMLARDA YARANAN 3D TƏSVİRLƏR

Polkovnik-leytenant Zəkəryəyev Z. N., Zəkəryə N. Z.
Heydər Əliyev adına Hərbi İnstitut, Bakı, Azərbaycan
Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan
E-mail: zaur6622@mail.ru, zekeryenicat@gmail.com

Açar sözlər: holoqrafiya, kainat, holoqrafik prinsip.
Ключевые слова: голография, вселенная, голографический принцип.
Key words: holography, universe, holographic principle.

Holoqrafik sistemin əsas komponentləri lazer, linzalar və kameradır. Lazer işığı əvvəlcə genişləndirilməli və sonra kollimasiya edilməlidir (yəni paralel, şüa genişlənmir və ya fokuslanmır). İşıq sınaq hissəsindən keçəndə onun bir hissəsi obyektlərə dəyir və əyilir, bəziləri isə düz keçir. Birbaşa işığın və CCD çipinə dəyən əyri işığın birləşməsi "müdaxilə nümunəsi" yaradır. Hər hansı digər obyektlər, məsələn, obyektivdəki toz da işığı dəyişdirəcək və təsvirdə görünəcək. Müdaxilə nümunəsinin aralığı holoqramı yenidən qurmaq üçün istifadə olunan məlumatdır. Nəticə, fokusda yalnız bir mövqedə olmaqdansa, müxtəlif dərinliklərə fokuslana bilən bir fotoşəkildir.

Holoqrafiya lazer şüalarına əsaslanan üçölçülü təsvir prosesinə verilən addır. Kosmosda bir cismin mövcudluğu haqqında məlumat bizə adətən işıq dalğaları və ya səs şəklində çatır. Holoqrafiya, cisimlərdən gələn dalğalarda məlumatı müəyyən şəkildə saxlamağa və bu məlumatı heç bir itki olmadan yenidən üzə çıxaran bir texnikadır. Holoqram obyektdən gələn dalğanın ümumi məlumatını, yəni həm amplituda, həm də faza qiymətlərini qeyd edir. İstənilən halda orijinal dalğa qeyd mühitindən bərpa olunmaqdadır. Cisimdən çıxan işıq dalğası tezlik və faza baxımından özü ilə əlaqəli olan istinad dalğasına müdaxilə etdikdə, yarana biləcək dalğanın intensivliyi təkcə bu dalğaların intensivliyindən bir-bir asılı deyil. Həmçinin bunu qeyd etmək olar ki, aralarındakı faza fərqinə tabedir ki, bu da holoqrafiyanın əsasını əhatə etməkdədir [1].

Fotoqrafiya ilə holoqrafiya texnikası arasında prinsipcə böyük fərq var. Fotoqrafiya texnikasında təsvir ikiölçülü paylanma kimi qeydə alınır. Hər səhnədə şüanın əks olunduğu bir sıra məqamlar var. Həmin nöqtələrdən çıxan fərqli dalğaların əmələ gətirdiyi yeganə kompleks dalğaya bədən dalğası deyilir. Bu mürəkkəb dalğa da fotoqrafiya texnikasında optik linzanın yardımı ilə çevrilir, şüalanan obyektin təsviri alınır. Holoqram texnikasında cismin optik olaraq yaradılmış təsviri deyil, bəhs olunan obyekt dalğasının özü qeydə alınır. Həmin qeyd dəqiq şəkildə yenidən işıqlandırıldıqda, orijinal bədən dalğasını təkrarlamaq mümkündür [2].

Ötən əsrin 40-cı illərin sonunda Denis Qobar təklif etdi ki, cisimdən və ikinci koharent şüadan yayılan işığın interferensiya effektləri fotoplyonkaya yazıla bilər. Bu cür film difraksiya barmaqlığının çox xüsusi bir növüdür. İşıq şəbəkədən keçəndə difraksiyaya məruz qalır və obyektin tamamilə 3D görüntüsünü yaradır. Başqa bir sözlə desək, cismin təsvirinin qeydə alınması və interferensiya effektlərindən istifadə etməklə təsvirin yenidən qurulması üsulu holoqrafiya, müdaxilə nümunəsi olan plyonka isə holoqram adlanır.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, son illərdə holoqrafiyanın yeni bir sahəsi inkişaf etmişdir: rəqəmsal holoqrafiya. Həqiqətən də, rəqəmsal kameralar və kompüterlər sahəsində irəliləyiş sayəsində indi rəqəmsal kamerada holoqramı qeyd etmək və holoqramın "rəqəmsal istinad dalğası" ilə işıqlandırılması prosesini simulyasiya edərək obyekti rəqəmsal şəkildə yenidən qurmaq mümkündür. Bu texnikanın üstünlüyü holoqramları video tezliklərdə qeyd etmək və beləliklə, real vaxtda obyektlərin kəmiyyət üçölçülü görünüşlərini əldə etmək imkanıdır. Əlavə olaraq göstərilmişdir ki, mikroskop məqsədləri tətbiq edilməklə hüceyrələr

kimi mikroskopik obyektlərin formasını kəmiyyətcə təmsil etmək mümkündür. Nəhayət, rekonstruksiya prosesi rəqəmsal şəkildə həyata keçirildiyi üçün şəkillərin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, rekonstruksiya müstəvisinin mövqeyini dəyişdirmək və ya aberrasiyaları kompensasiya etmək üçün holoqramda və ya prosesdə rəqəmsal emal tətbiq etmək mümkündür [3].

Holoqram, müəyyən bir səhnənin mürəkkəb sahə amplitudunun istinad şüası ilə müdaxiləsini ehtiva etdiyi üçün fotohəssas bir cihaz tərəfindən onun baxış sahəsində göründüyü kimi verilmiş səhnənin həm amplitudasını, həm də fazasını qeyd edir [5].

Holoqrafiya adi fotoqrafiya texnikasından bəzi xüsusiyyətlərə görə fərqlənir. Bütün işıq dalğasının üç xüsusiyyəti var: dalğanın hündürlüyü ilə müəyyən edilən intensivliyi, dalğa uzunluğu ilə müəyyən edilən rəng və istiqaməti. İşıq intensivliyindəki dəyişikliklər gümüş lövhədə çəkilmiş ağ-qara fotoşəkillərdə qeyd edildiyi halda, dalğa uzunluğu dəyişiklikləri rəngli fotoşəkillərdə də qeyd oluna bilər. Holoqrammada şüanın intensivliyi ilə bərabər, işıq dalğalarının tutduğu istiqaməti də qeydə alınır ki, bu da obyekti üç ölçülü görməyə imkan verir. Bu, bərk rəngli holoqramlar üçün doğru olsa da, işığın hər üç xüsusiyyəti rəngli holoqramlar üçün qeydə alınır [1].

Üçölçülü təsviri almaq üçün obyektdən, yəni obyektdən yayılan şüanın fotoşəkilini çəkmək lazım gəlir. Müxtəlif zirvələr və çökəkliklər əmələ gətirən hərəkət edən işıq dalğalarını bir anlıq dondurub fotoşəkil çəkmək olarsa, şüanı əks etdirən cismin üç ölçülü xüsusiyyətlərinə malik dalğa nümunəsi bir daha qurula bilər. O nöqtədən başlayaraq obyektdən əks olan lazer dalğalarının amplitudaları və fazaları qeydə alına və qoloqram əldə oluna bilər. Bununla belə, holoqram əldə etmək məqsədilə impulslu lazer, mütəmadi dalğa lazeri və yaxud yaqut impulslu olan lazer şüası kimi lazer mənbəyi, xüsusi qoloqrafik film və obyekti hərəkətsiz saxlamaq üçün mexanizm tələb olunur. Bu cür lazer və mexanizm mənbəyini təmin etmək rahat deyil. Həmin mexanizm olmadan holoqram əldə etməyin mümkün olması ehtimalı az görünür. Difraksiya amplitüdləri və fazaları qeydə alına və holoqramlar əldə oluna bilər [4].

Holoqramı yaradacaq cisim tək rəngli işıqla işıqlandırılır və obyektdən mənbədən gələn işıq və səpələnəcək işıq foto lövhəsinə göndərilir. İşıq mənbəyi kimi lazer istifadə edilməlidir. Səpələnmiş və mənbə işıqlarının müdaxiləsi plyonkada mürəkkəb naxışın əmələ gəlməsinə və qeydə alınmasına gətirib çıxarır. Şəkildə təsvir almaq üçün yalnız üzərində düzəliş edilmiş filmə göndərilir. Vərəqdə iki təsvir, film tərəfində isə mənbəyə daha yaxın olan virtual təsvir, qarşı tərəfdə isə real təsvir formalaşır.

Bir holoqram yaratmaq üçün iki problemin öhdəsindən gəlmək lazımdır. Birincisi, istifadə etdiyimiz işıq, obyektin ölçüsündən və filmdən olan məsafəsindən bir qədər uzun məsafələrdə faza ilə əlaqələndirilməlidir. Buna görə də adi işıq mənbələri həmin tələbə cavab vermir. Buna görə də holoqramların hazırlanması məqsədilə lazer şüasından istifadə edilməlidir. Növbəti addımda mexaniki dözümlülük çox yüksək səviyyədə olmalıdır. Bağlanğıc obyekti və ya çəkiliş zamanı ən kiçik hərəkət dalğa uzunluğunun 1/4 olsa belə, müdaxilə nümunəsini bulandıracaq və aydın təsvirin formalaşmasına mane olacaq. Bu maneələr keçilməz deyil və holoqrafiya indi də elmi tədqiqatlarda, əyləncələrdə, bir sıra sahələrdə istifadə olunur. Heyrətamiz bir fərziyyə, holoqrafik prinsip kainatın holoqrama bənzədiyini iddia edir: işıqlarla oynamaq üçölçülü təsviri düz bir film parçasına yazdırdığı kimi, bizə üçölçülü görünən bu kainat başqa bir dəstlə bərabər ola bilər [7].

Holoqrafik yaddaşın xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, kristalın üzərində eyni yerdə müxtəlif verilənlər yazıla və müstəqil şəkildə təkrarlana bilər. Bu çoxlu qeyd adlanır və qalın holoqramlara (həcm qoloqramları) xas olan Braq difraksiyası adlı fenomendən istifadə edir [6].

Holoqrafik prinsip inqilabi fərziyyəni təsvir etmək üçün holoqram ideyasından istifadə edir. Kainatın üçölçülü fiziki quruluşunu sərhəddə, sonlu sərhəddə kodlanmış məlumatla izah etmək olar. Bu, vacib bir sadələşdirmə kimi görünə bilər, amma doğrudursa, bu, ən ənənəvi fizikanı və ümumi nisbilik nəzəriyyəsini kvant fizikası ilə uzlaşdırmaq üçün kifayət edə bilər. Holoqrafik prinsip cazibə qüvvəsini iki ölçüdə kodlaşdıraraq izah edir ki, bu da fizikanın universal modelinə gəlməyə, başa düşmədiyimiz bəzi hadisələri tamamilə yeni perspektivdən öyrənməyə imkan verir [3].

Bütün bu işlərə əsaslanaraq, fizik Leonard Susskind 1995-ci ildə "Dünya holoqram kimi" məqaləsini nəşr etdi və burada bu fenomenin daha qlobal izahını verdi. Həcmdəki məlumatın maksimum miqdarı onun səthində saxlanılandan çox ola bilmədiyi üçün, həcmin səthində saxlanılan məlumat onu təsvir etmək üçün kifayətdir. Beləliklə, bu prinsip holoqramma (holoqrafiya) ilə kodlanmış 3D təsvirə istinad edərək, "holoqrafik prinsip" adını qəbul edir. Susskind öz nəşrində təkamül keçirdiyimiz kainatın ümumi həcminin əslində yalnız bir holoqram olduğunu irəli sürür, onun mənbəyi sonuncunun səthində kodlanmış məlumatdır. Beləliklə, bu, bizim kainatımızın tutduğu həcmi təşkil edən izomorf holoqramın (hər cəhətdən eyni) proyeksiyasına imkan verəcəkdir [8].

Bu gün holoqramların yaradılması üçün müxtəlif lazer dalğa uzunluqlarından istifadə edilir. Əvvəlcə işıq mənbəyi kimi 633 mm dalğa uzunluğuna malik Helium-Neon lazerləri və ya Arqon-Kripton ion lazerlərindən müxtəlif dalğa uzunluqlarına malik lazerlərdən istifadə edilmişdir (hər ikisi də məhdud güclə). Hal-hazırda 407 mm, 457 mm, 514 mm və ya 647 mm-də və hətta bir neçə 100 mVt güc səviyyələrinə malik UV/RGB dalğa uzunluğu bölgələrində koherent diod lazerləri holoqrafiya üçün optimal seçimə çevrilmişdir, xüsusilə sənaye tətbiqlərində. Orijinal mənbələr həcmli və sabit dalğa uzunluğunda işlədildiyi halda, diod lazerləri tənzimlənə bilir, buna görə də istifadəçi tələblərinə mükəmməl uyğun gəlir [2].

Ədəbiyyat:

1. Chien-Yu Chen, Introduction to 3D Holographic Display Technologies, Taipei 2019, p.27
2. Christian GUITARD, Du faux hologramme au vrai hologramme, De l'holographie spectacle à l'holographie de mesure, De la réalisation d'hologrammes décoratifs à l'application au contrôle de qualité, XVIIème édition - Concours 2019-2020, p.200
3. Lycée Val de Durance Pertuis, L'holographie : technique de stockage de données du futur, p.33
4. Tung H. Jeong, Basic Principles and Applications of Holography, Fundamentals Of Photonıcs 2021, P.432
5. Zəkəryəyev Z.N. Məlumatın emalının optik metodları // "Elektroenergetikanın müasir problemləri və inkişaf perspektivləri" mövzusunda beynəlxalq elmi – texniki konfransın materialları – Bakı: – 17 noyabr–18 noyabr, – 2022, – s.188-192.
6. Zəkəryəyev Z.N. İnformasiyanın holoqrafik emal prinsipləri // "İnformasiya sistemləri və texnologiyalar: naliyyətlər və perspektivlər" mövzusunda III beynəlxalq elmi konfransın materialları – Bakı: – 08 dekabr–09 dekabr, – 2022, – s.65-67.
7. https://okdiario.com/curiosidades/que-principio-holografico-3399922
8. https://trustmyscience.com/quest-principe-holographique/

Аннотация

Фотография и голография создают изображение совершенно по-разному, и описать, как формируется фотография и голографическое изображение, в одних терминах невозможно, потому что для объяснения формирования голографического изображения используются понятия интерференции и дифракции, присущие волны должны быть вызваны. Поэтому ясно, что физические основы, на которых базируется голографическая техника, следует искать в волновой природе света.

Abstract

Photography and holography create an image in completely different ways, and it is not possible to describe how a photo and a holographic image are formed in the same terms, because to explain the formation of a holographic image, the concepts of interference and diffraction inherent in waves must be invoked. Therefore, it is clear that the physical foundations on which the holographic technique is based should be sought in the wave nature of light.

TƏSVİRİ SƏNƏT ƏSƏRLƏRİNDƏ FİZİKA QANUNLARI

Məhərrəmov Ə. P., İmanov R. M.
Gəncə Dövlət Universiteti
abulfat61@mail.ru
imanov-rizvan@ramblrl.ru

Açar sözlər:. Heykəl, firca, fiziki hadisə, optika, işıq, rəngli şualar, diffuziya

Key words: Sculpture, brush, physical phenomenon, optics, light, colored rays, diffusion

Ключевые слова: Скульптура, кисть, физическое явление, оптика, свет, цветные лучи, диффузия

Bəşəriyyətin bütün varlığı boyu onu iki fəaliyyət sahəsi - fizika və incəsənət müşayiət edir. Fizika incəsənətlə sıx bağlı olmalıdır ki, o, insanlara kədər və zərər deyil, yalnız birlikdə sevinc və fayda gətirə bilsin. Halbu ki elm və sənət müxtəlif problemləri həll edir. Fizika cansız təbiəti, kainatın qanunlarını öyrənir, sənət isə insanın özünə, başqa insanlara, dünyaya münasibətidir. Əgər fizika dünyanı nəzəriyyələrin, qanunların, kateqoriyaların dili ilə izah edirsə, incəsənət bunu azad və təbii düşüncələrin köməyi ilə edir, dünyanı bədii obrazlarda əks etdirir. Sənətin əldə etdiyi bilik insanın duyğusal, emosional yolu ilə dərk edilir. Bununla belə, möhtəşəm sənət əsərlərinin yazılmasında fiziki hadisələrin oynadığı rol haqqında heç düşünmürük. Fizika və incəsənət - onların arasında böyük əlaqə var.

Leonardo da Vinci- İntibah dövrünün ən böyük nümayəndələrindən biri, "ümumbəşəri insan"ın bariz nümunəsi idi. Bizim dövrümüzdə də onun kim olması ilə bağlı mübahisələr gedir: rəssam, yoxsa alim? İnsanlar əsrlər boyu onun sirli rəsmlərini açmağa çalışırlar. Amma mistisizmlə yanaşı, Leonardo da Vinçinin rəsmləri gözəlliyi ilə diqqəti cəlb edir. Leonardo bir alim, rəssam, musiqiçi, heykəltəraşın istedadlarını birləşdirdi. O, elmlə sənəti birləşdirən ilklərdən olub. (4, s.31)

Fizika və təsviri sənət: İlk nəzərdən bunların arasında hər hansı bir əlaqənin olmadığı, müəyyən uyğunsuzluğun olduğu deyilir; İncəsənət nümayəndələri bəzən özləri də bilmədən yaradıcılıq üçün fiziki qanunlardan istifadə edirlər. Fiziklər isə sənəti sevir və yüksək

qiymətləndirirlər. Bu, onların yaradıcı düşüncəsini oyadır, ruhlandırır və bununla da təbiətin sirlərini dərk etməyə kömək edir.

Kağızın özərində rənglərin yayılması və bir rəngin digəri ilə qarışdırılması məlumdur ki, diffuziya hadısəsidir. Sulu boya rəngkarlığı texnikasının əsasını da məhz bu təşkil edir. Nəm halda (yaş kağız vərəqinin üzərinə rənglər bütöv ton kimi üst-üstə qoyulur) elə bu zaman da biz diffuziya hadisəsini tam gücü ilə müşahidə edə bilirik. Suyun həcmi nə qədər çox olarsa –bir o qədər də rənglər sürətlə yayılır. (məlumdur ki, diffuziya bərk hala nisbətən maye halında daha tez baş verir) Nəm haldə olan təsvirə duz və ya bir neçə damcı spirt damızdırılsa nə baş verər? Bu isə fisiki hadısədir. Bundan əlavə təsviri sənətdə istifadə olunan fircaların da böyük əhəmiyyəti vardir. Fırçaların seçiminin özü belə fiziki hadisədir. Belə ki, firçanın səthə toxunulmasının təzyiqindən və çevikliyindən asılı olaraq yaxmanın forması, rəng təbəqəsi, nəhayət işin keyfiyyəti bir başa asılıdır. (2, s. 224-225)

Optikanın araşdırdığı işıq – təəcüblü və maraqlı təzahürdür. İşığın və rəngin təsviri sənətdə oynadığı xüsusi rolun qanun və xarakteristikasını araşdırmaq lazımdır. Rəssam sünü şəkildə seçdiyi rənglərin vasitəsilə tamaşaçılarda öz düşüncəsinin düzgün və psixoloji təsuratını yaratmağı bacarmalıdır.

Bundan ötrü isə rəssam işığın təzahür qanunlarını, işiq və kölgənin əmələ gəlməsini, foto ölçməni (optikanın bir hissəsi, işiğın ölçüsünü araşdırma) kolometriyanı (optikanın bir hissəsi, rəngin ifadə sayının müəyyənləşdirilməsi metodlarına baxılır) yaxşı bilməlidir. Əgər rəssam əlvan rənglərin və dərin kölgələrin birləşmələrini – hansı ki, işıq tədricən kölgəyə daxil olur, bacarıqla üyğunlaşdırmağı bacara bilirsə, bu zaman o təsvir etdiyi insanlarin və əşyaları həcmli verməklə, əsəri tamaşaçiya bir başa yaxınlaşdıra bilir. Rəngkarlıqda buna işıq-kölgə deyilir. İşıq-kölgə şəkilin əyaniliyini və emosional təsirini artırır. (məsələn, Rembrantın " Müqəddəs ailə" və Karavadjonun "Lütenist" əsərləri) (3, s. 50-51)

XVII –əsrin 60 cı illərində İ. Nyuton bir sıra təcrübələr apararararaq ağ rəngin mürəkkəbliyini sübut etmişdir (prizma). Daha sonra bunun əksi olan bir məsələni də həll etmişdir. Birləşən linzalardan istifadə edərək prizmadan keçən ləngli şuaları ekranda ümumi fokusda cəmləşdirməklə ağ ləkəni ala bilmişdir. Cəmləşdirilən rəngli şualar: qırmizi-yaşıl, cəhrayi və göy, sarı və göy və s. ibarət olmuşdur. Qeyd olunmuşdur ki, əlavə rənglərin yaxınlıqda olması onları daha parlaq edir.

Təsviri incəsənətin heykəltəraşlıq növünün də fizika ilə sıx bağlılığının olması şübhəsizdir. Fizikanın qanunları burada özünü tam mənasında biruzə verir. Hər bir heykəltəraş öz əsərini gildən, daşdan, mərmərdən və ya metaldan hazırladıqda həmin materilların dözümlülük, möhkəmlılık xüsusiyyətini bilməkdən də əvvəl fizikanın qanunlarına yaxşı bələd olmalıdır.(1, s. 265-266)

Görkəmli heykəltəraş E.B. Buçetiçin Stalinqrad döyüşünü əks etdirən abidələr ansanblını misal gətirək. Ansanblı sonluğunda əlində qısas qılıncını tutaraq düşmənə nifrətini bildirən Ana–Vətən abidəsi dayanır. Bu abidə şəhərin istənilən uzaq nöqtəsindən görünür. Belə nəhəng abidənin yaratmazdan əvvəl (abidə təməli ilə birlikdə 101 metr, qılıncın uzunluğu 24 metr, strukturların ümumi çəkisi 8 000 ton təşkil edir) heykəlin bu yerlərdə əsən güçlü küləyə davamlılığını hesablamaq lazım gəlmişdir.

Bu zaman Quka qanunundan istifadə edilmişdir. (deformasiyanın miqdarı, elastik qüvvə ilə düz mütənasiblik). Heykələ mümkün olan və sonradan təsir göstərə biləcək gərginlik, təzyiq hesablanmışdır. Bunun əsasında heykəli 25-30 sm. qalınlıqlı dəmir beton qəliblərdən hazırlamağa qərar verilmişdir. Heykələ üz tərəfdən isə xüsusi qidrofob tərkibli maddə çəkmişlər. Bu betonon məsamələrinə daxil olmaqla nəmişliyin daxil olmasının qarşısını almışdır. Qilinc isə poladdan hazırlanmışdır. Qasırğaların qarşısını almaqdan ötrü isə heykəlin bəzi hissələrində dəliklər açmışlar.(1, s. 264)

Küləyin təzyiqinin qarşısını almaqdan ötrü isə heykəlin gevdəsindən 77 möhkəm metal ip çəkilmişdir. Eyni zamandə heykəlin sağ əlindən 12, sol əlindən 10 ədəd belə ip aparılmışdır. Hər bir ipin gücü təxminən 650 rH. bərabərdir. Heykələ xüsu tətqiqat qrupları nəzarət edir. Bunun üçün heykəlin daxilində laboratoriya quraşdırılmışdır. İstənilən dəyişkənliklər seysmoloqlar, vibrofqaflar tərəfindən ölçülür. Heykələ daima mühəndislər, alpinistlər nəzarət edir.

İnsanlar bu heykələ böyük heyranlıqla tamaşa edirlər. Şübhəsiz ki bu heykəlin ərsəyə gəlməsində və fəaliyyətində heykəltəraşlarla yanaşı fiziklərin və alimlərin əməyi çox böyük olmuşdur. Bütün bunlar bir daha sübut edir ki, təsviri sənətlə fizikanın böyük bağlılığı vardır. Fizikanın qananunlarına söykənən təsviri sənət əsərləri haqqında sonsuz sayda nümunələri misal gətirmək olar. Zənnimizcə bu möhtəşəm heykəl ansanblı haqqında biliklərimiz bu məsələyə kifayət qədər aydınlıq gətirə bilir.

Fizika ilə əlaqəsi olan daha bir sənət növü bədii tökmə və döymə sənəti- metalın isti formada təzyiqlə və çəkiclə basılması nəticəsində yaradılır. Bu işdə alətlə müxtəlif fasilələrlə, aralılıqlarla həyata keçirilir. Bu işin mütəxəsisləri fizika haqqında kifayət qədər biliyə malik olmalıdırlar.

Birinci növbədə müxtəlif metalın qızdırılması, əridilməsi, emalı, xüsusiyyəti, plastikliyi, deformasiyası haqqında məlumat bazaları olmalıdır. Məsələn basma üsulunda metalı qızdırmaqla, bədi tökmədə isə çuğundan istifadə edildikdə fizikanın qanunları əsas götürülür. Metal ona görə qızdırılır ki, plastiklik artsın, deformasiyanın müqaviməti azaldılsın. Çuğun həcmdə sərtləşdirilir və əsərə orjinal görkəm verməyə imkan verir. Çuğundan hazırlanan istənilən sayda incəsənət əsərlərinə rast gəlmək mümkündür. Belə əsərlər parklarda, körpülərdə, qəfəslərdə, hasarlarda istifadə olunur.

Nəticə etibarı qeyd olunanlardan belə bir qənaətə gəlmək mümkündür ki, təsviri sənət əsərlərinin yaradılması prosesində fizika elminin rolu çox böyük və əhəmiyyətlidir.

Ədəbiyyat

1. А, И, Буров Искусство и военно потриотичское воспитание школьников , Москва «Просвещение» 1975 ст. 332

2. Б. Саланский Техника живописи. Издательство Академии художеств СССР , Москва 1962, ст. 377
3. Ə. Verdiyev . Dəzgah rəngkarlığı. “İşıq” Bakı 1977 cəh.71
4. М.В. Алпатов, Н.Н. Ростовцев. Искусство – живопись, скульптура, архитектура, графика, Москва « просвещение» 1988. ст. 281
5. Н.В. Одноралов Скульптура и скульптурные материалы. – М., 2010.
6. А.А. Мельник. Архитектурно-декоративная пластика. Основные закономерности построения рельефа. М.: МАРХИ, МВХПУ, 2011.
7. Унковский, А. А. Живопись. Вопросы колорита - М.: Просвещение, 2011.
   a. ст .128
8. А.Е. Громов Работа скульптора-модельщика. М.: Гос. Изд. лит. по строит. и архитектуре, 2015.
9. http://window.edu.ru
10. http://fcior.edu.ru

Резюме

Человечеству на протяжении всего его существования сопутствовали две сферы деятельности – физика и искусство. Если физика объясняет мир языком теорий, законов, категорий, то искусство делает это с помощью свободного и естественного мышления и отражает мир в художественных образах.

Физика изучает неживую природу, законы мироздания, а искусство - это отношение человека к себе, к другим людям, к миру. Физика должна быть тесно связана с искусством, чтобы оно могло приносить людям радость и пользу, а не горе и вред .

Summary

Humanity has been accompanied by two fields of activity - physics and art - throughout its existence. If physics explains the world in the language of theories, laws, categories, art does it with the help of free and natural thoughts and reflects the world in artistic images. Physics studies inanimate nature, the laws of the universe, and art is a person's attitude to himself, to other people, to the world. Physics should be closely related to art so that it can bring joy and benefit to people, not sorrow and harm.

ARXİMED VİNTLİ TURBİNİ. ARXİMED VİNTLİ TURBİNİNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ VƏ TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Kərimova A. E.
Naxçıvan, Təbii Ehtiyatlar İnstitutu

Açar sözlər: Arximed vintli turbini, elektrik, maye, su, vint.
Keywords: Archimedean screw turbine, electricity, liquid, water, screw.
Ключевые слова: архимедова винтовая турбина, электричество, жидкость, вода, винт.

Müasir dövrdə əhalinin artması və inkişaf edən sənaye xüsusilə elektrik enerjisinə olan ehtiyacı artırır. Artan enerji ehtiyacı ilə bərpa olunan enerji mənbələri ilə bağlı araşdırmalar da sürət qazanmışdır. Elektrik enerjisi bərpa olunan və bərpa olunmayan olaraq iki cür mənbədən istehsal edilir. Bərpa olunan enerji isə davamlı təbii proseslərdə mövcud enerji axınından əldə edilən enerjidir. Bu mənbələr əsasən günəş enerjisi, külək enerjisi, geotermal

enerji və hidravlik enerjidir. Bərpa olunan enerji mənbələri arasında su elektrik enerjisi mühüm yer tutur. Kiçik miqyaslı su elektrik stansiyası olan Arximed vintli turbininə nəzər salaq:

Arximed vinti bütün məlum hidravlik maşınların ən qədim formalarından biridir və hələ də istifadə olunur. İxtirasının ilk dövründə suyu aşağı səviyyədən yüksək səviyyəyə çıxarmaq üçün istifadə edilsə də, müasir dövrdə o bir generatora çevrilmişdir. Bu maşının Arximed tərəfindən icad edildiyi güman edilir. bu ad verilir və ona görə də onun adı verilmişdir. Əksər nasoslar kimi, Arximed vintləri də axan maye tərəfindən hərəkət etdirilə və turbin olaraq istifadə edilə bilir. Qədim bir texnologiya olsa da, Arximed vintlərinin generator kimi istifadəsi nisbətən yenidir. [2]

İlk Arximed vintli turbin iyirmi il əvvəl istifadəyə verilmişdir. Bir Arximed vinti bir və daha çox spiral səthin silindrik səthə ortoqonal olaraq dolandığı bir daxili silindrik valdan ibarətdir. Nəticədə əldə olunan qurğu adi vintə çox bənzəyir. Bu vint silindrik bir yivdə yerləşir və ya bəzi hallarda sabitlənmiş olur. Bu yiv vinti əhatə edən boru ola bilər, ya da sadəcə vintin aşağı hissəsində uzana bilər. Nasos kimi istifadə edildikdə fırlanan Arximed vinti iki ardıcıl səth arasında su tutur. Tutulan su kütlələrindən bir ədədi maye dilimi adlandırılır. Vint fırlandıqca maye, vintin uzunluğu boyunca aşağı hissəsindən yuxarı hissəsinə köçürülür. Arximed vintli turbinləri tərs istiqamətdə işləyir. Su axını vint uzunluğu boyunca yuxarı səviyyədən aşağı səviyyəyə doğru köçürülərkən, su maye dilimləri formasını alır və vint fırlanır. Suyun vint səthlərinə təsir edən hidrostatik təzyiq, prosesdəki maye dilimlərinin fırlanmasına və səviyyəsinin azalmasına gətirib çıxarır. Bu fırlanma, bir generatorun vint milindən köçürülməsi ilə elektrik enerjisi istehsal etmək üçün istifadə oluna bilər. Turbinin girişində yerləşən böyük ələk mayenin içində daşınan ağac parçaları kimi turbinə zərər verə biləcək yad materialların daxil olmasına mane olur. Vint mili üst və alt ucdan iki diyircək vasitəsilə dəstəklənir. İstənilən sürəti əldə etmək üçün vint milinin ucuna birləşdirilmiş sürət qutusu istifadə olunur. [3]

Arximed vintli turbin sisteminin üstünlüklərini bunlardır: 1. Arximed vinti suda yaşayan canlılara ziyan vermir. 2003-cü ildə C.D.McNabb və digərləri tərəfindən həyata keçirilən "Red Bluff, Kaliforniyadakı Arximed lifti və Hidrostal nasos ilə Yetkinlik yaşına çatmayan Chinook qızılbalığı və digər balıq növlərinin keçidi" adlı tədqiqatda balıqlar Arximed vintləri içindən keçirilmiş və aparılan təcrübə nəticəsində balıqların 98%-dən çoxu problemsiz şəkildə vintin içindən keçmişdir.

2. Davamlı elektrik enerjisi istehsalında etibarlıdırlar. Maye axınının sürəti 80% azaldığı və ya 20% vəziyyətdə belə, 41-73% səmərəilə elektrik enerjisi istehsal etməyə davam edir.

3. Quraşdırılarkən ənənəvi turbinlərlə müqayisədə daha az qazıntı və dəmir-beton konstruksiya tələb etdiyi üçün ətraf mühitin və tarixin qorunmasına töhfə verir.

4. Suyu oksigen baxımından zənginləşdirir.

Arximed vintli turbinin istifadə sahələrini aşağıdakı kimi sadalaya bilərik:

• Hündürlük fərqinin imkan verdiyi kifayət qədər suyu olan axar və çaylarda;

• Mövcud gölməçələrin və su elektrik generasiya qurğularının suyu və can suyu çıxışlarında;

• Böyük ölçülü su xətləri və suvarma kanallarında;

• Təmizləyici qurğuların giriş və çıxış konstruksiyalarında;

• Tərk edilmiş su dəyirmanlarının əvəzinə;

• Mövcud bəndlərdə;

• Zavodların sənaye su soyutma sistemlərinin çıxışlarında;

Ümumi olaraq su axını miqdarının təmin edildiyi mühitlərdə istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. M.F.Cəlilov, Alternativ regenerativ enerji sistemləri, Dərslik, Bakı-2009
2. Ə. H.Əzizov, M.A.Qarayev, H.Ə.Heydərov, S.Ə.Ağammədova, Həcmi hidravlik maşınlar, Dərslik, Bakı-2010
3. Tahir Cəfərov Bərpa Olunan Enerji Mənbələrinin Energetika Sisteminə inteqrasiyasında Hidroakkumulyasiya Elektrik Stansiyalarının rolu, Bakı-2010

Abstract

In the article, it was mentioned that the need for electricity has increased due to the increase in the population and the rapid development of the industry. As a solution to this problem, renewable energy sources such as solar energy, wind energy, geothermal energy and hydraulic energy are used. One of these sources is the Archimedean screw turbine, a small-scale hydroelectric power plant. The Archimedean screw turbine has many advantages and various application areas.

Резуме

В статье упоминалось, что потребность в электроэнергии увеличилась в связи с увеличением населения и бурным развитием промышленности. В качестве решения этой проблемы используются возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия и гидравлическая энергия. Одним из таких источников является архимедова винтовая турбина, малая гидроэлектростанция. Винтовая турбина Архимеда имеет много преимуществ и различных областей применения.

XARİCİ MAQNİT SAHƏSİNDƏ PARABOLİK KVANT ÇUXURUNUN OPTİK XASSƏLƏRİ

Abbasova X. N., f.r.e.n. Qədirova İ. R.
Bakı Dövlət Universiteti, Bakı

Açar sözlər: zonalararası optik keçidlər, həyəcanlanma nəzəriyyəsi, optik sabitlər

Ключевые слова: межзонные оптические переходы, теория возмущений, оптические постоянные

Key words: interband optical transitions, perturbation theory, optical constants.

Kvant çuxuru müstəvisinə parallel sabit magnit sahəsində **H**=**H**(H, 0, 0) yerləşən parabolik potensiallı

$$U = \frac{1}{2} m\omega_0^2 z^2 \qquad (1)$$

kvant çuxuruna malik yarımkeçirici strukturlarda elektronun dalğa funksiyasını

$$\Psi_{n_i,\boldsymbol{k}}(\mathbf{r}) = u_i(\boldsymbol{r})\, \psi_{n_i,\boldsymbol{k}}(\mathbf{r}) \qquad (2)$$

şəklində yazmaq olar. Burada $u_i(\boldsymbol{r})$ – Blox vuruğu,

$$\psi_{n_i,\boldsymbol{k}}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{S}} e^{i\boldsymbol{k}\boldsymbol{\varrho}} \varphi_{n_i}(z) \qquad (3)$$

qurşayan funksiya, i – keçiricilik (i=c) və valent (i=v) zonasına aid olan halları, n_i isə altzonaları işarə edən indekslər, $\mathbf{r}(\boldsymbol{\varrho}, z)$ – elektronun radius-vektoru, $\boldsymbol{\varrho}(x, y)$ və $\boldsymbol{k}(k_x, k_y)$ – elektronun sahəsi S olan kvant çuxurunun layı müstəvisindəki ikiölçülü radius -vektoru və dalğa vektoru,

$$\varphi_{n_i}(z) = \frac{1}{\sqrt{2^n n!}\cdot\sqrt[4]{\pi a_i^2}} \exp\left(-\frac{(z-z_{0i})^2}{2a_i^2}\right) H_{n_i}\left(\frac{z-z_{0i}}{a_i}\right) \qquad (4)$$

və

$$\varepsilon_{n_i} = \hbar\Omega_i\left(n_i + \frac{1}{2}\right) \qquad (5)$$

(1) potensialının məxsusi funksiyaları və enerjinin məxsusi qiymətləri,

$$a_i = \sqrt{\frac{\hbar}{m_i\Omega_i}}, \qquad \Omega_i^2 = \omega_{0i}^2 + \omega_{ci}^2, \qquad \omega_{ci} = \frac{eH}{m_i c}, \qquad z_{0i} = -\frac{\omega_{ci}\hbar k_y}{m_i\Omega_i^2},$$

m_i - elektronun effektiv kütləsi, n=0,1,2,... , H_n- Ermit polinomudur.

Elektronun keçiricilik və valent zonasında tam enerjisi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$E_{n_c}(k') = \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_c} + \frac{\hbar^2\omega_{0c}^2 k_y^2}{2m_c\Omega_c^2} + \hbar\Omega_c\left(n_c + \frac{1}{2}\right) \qquad (5)$$

$$E_{n_v}(k) = -E_g - \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_v} - \frac{\hbar^2\omega_{0v}^2 k_y^2}{2m_v\Omega_v^2} - \hbar\Omega_v\left(n_v + \frac{1}{2}\right) \qquad (6)$$

Burada E_g – yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zolağının enidir.

Həyəcanlanma nəzəriyyəsinin birinci yaxınlaşmasında optik keçidlərin ehtimalını

$$W(\omega) = \frac{2\pi}{\hbar}\sum_{if}\left|H_{fi}\right|^2 \delta\left(E_f - E_i - \hbar\omega\right) \qquad (7)$$

kimi ifadə etmək olar [1, səh.607]. Burada $H_{fi} = \frac{\mathrm{e}\boldsymbol{A_0}}{\mathrm{mc}}\left(\boldsymbol{\xi P}_{if}\right)$ - $\widehat{H'} = \frac{e\mathbf{A}}{mc}\widehat{\boldsymbol{p}}$ operatorunun (2) dalğa funksiyaları ilə hesablanan matris elemeni, m - sərbəst elektronun kütləsi, $\boldsymbol{A} = A_0\boldsymbol{\xi}$ - elektromaqnit dalğasının vektor -potensialı, $\boldsymbol{\xi}-$ vahid polyarlaşma vektoru, $A_0 = \frac{\sqrt{2\pi N\hbar\omega}}{\omega/v}$, $v = \frac{c}{n}$ - faza sürəti, n - işığın sınma əmsalı, $\widehat{\boldsymbol{p}}$ - impuls operatoru, N – vahid həcmdə fotonların sayıdır.

Elektronların $i(n_v, \boldsymbol{k})$ başlanğıc haldan $f(n_c, \boldsymbol{k}')$ son hala zonalararası optik keçidlərində impuls operatorunun matris elementləri üçün $\left(\boldsymbol{\xi P}_{if}\right) = (\boldsymbol{\xi P_{cv}})\boldsymbol{\delta_{kk'}}\boldsymbol{I}_{n_c n_v}$ olduğunu nəzərə alsaq sadə ikizonalı model üçün (7) keçid ehtimalını

$$W(\omega) = \frac{4\pi^2 e^2 N}{n^2\omega m^2}\sum_{n_c n_v}\sum_{kk'}(\boldsymbol{\xi P}_{cv})^2\,\boldsymbol{\delta_{kk'}}\boldsymbol{I}_{n_c n_v}\delta\left(E_{n_c}(k') - E_{n_v}(k) - \hbar\omega\right) \qquad (8)$$

kimi yaza bilərik. Burada $\boldsymbol{P_{cv}} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\Omega}}\int u_c^*(\boldsymbol{r})\,\widehat{\boldsymbol{p}}u_v(\boldsymbol{r})\boldsymbol{dr}$ və

$$\boldsymbol{I}_{n_c n_v} = \int \varphi_{n_c}^*(\boldsymbol{r})\,\varphi_{n_v}(z)dz \qquad (9)$$

kimi ifadə olunur.

(8) – ci ifadəni dalğa vektoruna görə δ – funksiya vasitəsilə inteqrallasaq

$$W(\omega) = \frac{4\pi e^2 SN\sqrt{m^* M}}{\hbar^2 n^2\omega m^2}(\boldsymbol{\xi P}_{cv})^2\sum_{n_c n_v}\left|\boldsymbol{I}_{n_c n_v}\right|^2 .\Theta\left(\hbar\omega - \hbar\Omega_c\left(n_c + \frac{1}{2}\right) - \hbar\Omega_v\left(n_v + \frac{1}{2}\right) - E_g\right) \qquad (10)$$

alarıq. Burada $m^* = \frac{m_c m_v}{m_c + m_v}$, $\frac{1}{M} = \frac{\omega_{0c}^2}{m_c\Omega_c^2} + \frac{\omega_{0v}^2}{m_v\Omega_v^2}$

İşığın udulma əmsalı optik keçidlərin ehtimalı W vasitəsilə

$$\alpha(\omega) = \frac{nW(\omega)}{Nc} \qquad (11)$$

kimi ifadə olunur. (9) və (10) ifadələrindən görünür ki, kvant çuxuru müstəvisinə parallel maqnit sahəsində yerləşən parabolik kvant çuxurunda zonalararası optik keçidlərin ehtimalı və işığın udulma əmsalı tezliyin pilləvari funksiyasıdır.

Elektrik qavrayıcılığı χ mühitin $\boldsymbol{\mathcal{P}}$ polyarlaşma vektorunu elektrik sahəsinin $\boldsymbol{\mathcal{E}}$ intensivlik vektoru ilə əlaqələndirir[2, səh.471]:

$$\boldsymbol{\mathcal{P}}(\omega) = \boldsymbol{\epsilon_0}\chi(\omega)\,\boldsymbol{\mathcal{E}}(\omega) \qquad (12)$$

Kvant mexanikasının həyəcanlanma nəzəriyyəsi əsasında kvant çuxurunda elektronların zonalararası optik keçidləri halında elektrik qavrayıcılığı üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$\chi(\omega) = 2\sum_{if}\frac{|\xi\,\boldsymbol{\mu}_{if}|^2\left(F_i(k)-F_f(k\prime)\right)}{\left(E_i(k\prime)-E_f(k)-\hbar\omega\right)-i\gamma} \qquad (13)$$

Burada 2 vuruğu bir kvant halında iki elektronun olmasını nəzərə alır, $F_i(k)$ - Fermi-Dirak paylanma funksiyası,

$$\boldsymbol{\mu}_{if} = \int \Psi^*_{n_c,\boldsymbol{k}'}(\boldsymbol{r})\,\hat{\boldsymbol{\mu}}\Psi_{n_v,\boldsymbol{k}}(\boldsymbol{r})d\boldsymbol{r}$$

(14)

$\hat{\boldsymbol{\mu}} = -e\boldsymbol{r}$ - elektrik dipol momenti operatorunun (2) dalğa funkiyaları ilə hesablanan matris elementi, γ -fenomenoloji parametrdir, 2γ spektral xətlərin yarımenini təyin edir. Zonalararası optik keçidlər halında

$$\left(\xi\boldsymbol{\mu}_{if}\right) = \left(\xi\boldsymbol{\mu}_{cv}\right)\delta_{\boldsymbol{kk}'}\boldsymbol{I}_{n_cn_v} \qquad (15)$$

bərabərdir, haradakı $\boldsymbol{\mu}_{cv} = -\int u_c^*(\boldsymbol{r})(e\boldsymbol{r})u_v(\boldsymbol{r})d\boldsymbol{r}$, $I_{n_cn_v}$ isə **(**9**)** – cu düsturla təyin olunur. (15)-i (13) – də yerinə yazsaq

$$\chi(\omega) = 2\sum_{n_cn_v}\sum_{\boldsymbol{kk}\prime}\frac{|\,\xi\boldsymbol{\mu}_{cv}|^2\,\delta_{\boldsymbol{kk}'}|\,\boldsymbol{I}_{n_cn_v}|^2\left(F_{n_v}(k)-F_{n_c}(k\prime)\right)}{\left(E_{n_c}(k\prime)-E_{n_v}(k)-\hbar\omega\right)-i\gamma} \qquad (16)$$

alarıq.

İşığın α udulma əmsalını və Δn sınma əmsalının dəyişməsini elektrik qavrayıcılığı vasitəsilə təyin etmək olar:

$$\alpha(\omega) = \frac{\omega}{cn\boldsymbol{\epsilon_0}}\dot{I}m(\epsilon_0\chi(\omega)) \quad (17) \qquad \Delta n(\omega) = \frac{1}{2n\boldsymbol{\epsilon_0}}Re(\epsilon_0\chi(\omega)) \qquad (18)$$

Elektrik qavrayıcılığının (16) ifadəsini nəzərə alsaq işığın udulma əmsalını və sınma əmsalının dəyişməsini aşağıdakı şəkildə yaza bilərik:

$$\alpha(\omega) = \frac{2\omega}{cn\boldsymbol{\epsilon_0}}\sum_{n_cn_v}\sum_{\boldsymbol{kk}\prime}\frac{|\,\xi\boldsymbol{\mu}_{cv}|^2\,|\,\boldsymbol{I}_{n_cn_v}|^2\delta_{\boldsymbol{kk}'}\left(F_{n_v}(k)-F_{n_c}(k\prime)\right)\gamma}{\left(E_{n_c}(k\prime)-E_{n_v}(k)-\hbar\omega\right)^2+\gamma^2} \qquad (19),$$

$$n(\omega) = \frac{1}{n\boldsymbol{\epsilon_0}}\sum_{n_cn_v}\sum_{\boldsymbol{kk}\prime}\frac{|\,\xi\boldsymbol{\mu}_{cv}|^2|\,\boldsymbol{I}_{n_cn_v}|^2\,\delta_{\boldsymbol{kk}'}\left(F_{n_v}(k)-F_{n_c}(k\prime)\right)\left(E_{n_c}(k\prime)-E_{n_v}(k)-\hbar\omega\right)}{\left(E_{n_c}(k\prime)-E_{n_v}(k)-\hbar\omega\right)^2+\gamma^2} \qquad (20)$$

(19) – cu ifadədə δ-funksiyanın $\delta(x) = \lim_{\alpha\to 0}\frac{1}{\pi}\frac{\alpha}{\alpha^2+x^2}$ təsvirini [3, səh.671] nəzərə alsaq $\alpha(\omega)$ işığın udulma əmsalının $\gamma \to 0$ limit halında δ-funksiya ilə ifadə olunduğunu görərik. (8) – ci düsturda olduğu kimi (19) – da dalğa vektoruna görə inteqrallamanı δ-funksiya vasitəsilə aparsaq $\alpha(\omega)$ işığın udulma əmsalının tezliyin pilləvari funkiyası olduğunu alarıq.

$n_c = n_v = 0$ altzonalar üçün (9)-cu düsturla verilən inteqral

$$I_{00} = \sqrt{\frac{2a_ca_v}{a_c^2+a_v^2}}\,exp(-(z_{0c}+z_{0v})^2/2(a_c^2+a_v^2)) \qquad (21)$$

bərabərdir.

(9), (10), (19) - (21) ifadələrindən görünür ki, maqnit sahəsinin intensivliyinin artması ilə ixtiyari iki altzona arasındakı keçidlər üçün keçid ehtimalının və optik sabitlərin qiyməti artır, zonalararası optik udulma astanası isə yüksək tezliklər oblastına sürüşür.

Ədəbiyyat

1. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников, М..Наука,1978.

2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. Москва..Наука,1978.
3. Давыдов А.С. Квантовая механика. Москва..Наука,1973.

Резюме

На основе квантовомеханической теории возмущений получены выражения для вероятности межзонных оптических переходов, электрической восприимчивости, коэффициента поглощения и изменения коэффициента преломления света в параболической квантовой яме, находящейся во внешнем магнитном поле. С увеличением интенсивности магнитного поля величина вероятности переходов и оптических постоянных для переходов между произвольными двумя подзонами увеличивается, а порог межзонного поглощения смещается в область высоких частот.

Summary

Based on the quantum mechanical perturbation theory the interband optical transitions probability, optical susceptibility, optical absorption coefficient and the change of the refractive index for the parabolic quantum well under the influence of the magnetic field were derived. An increase of the magnetic field intensity causes the increase of the values of the transitions probability and the optical constants for the transitions between two arbitrary subbands and also the blue shift of the absorption edge.

NEYTRİNO KÜTLƏSİNİN YENİ ƏN YUXARI HƏDDİ

Həsənli F. V.
Azərbaycan
Mingəçevir Dövlət Universiteti
feridahasanli@gmail.com

Açar sözlər: neytrino, neytrinonun kütləsi, neytrino ossilyasiyaları.
Ключевые слова: нейтрино, масса нейтрино, нейтринные осцилляции.
Keywords: neutrino, neutrino mass, neutrino oscillations.

Hissəciklər fizikasının standart modelində neytrinolar kütləsiz hesab edilirdi. Yeni tədqiqatlar və ölçmələr nəticəsində tapılan sıfırdan fərqli olan kütlə bəzi uyğunsuzluqları aydınlaşdırmağa kömək edə biləcək "yeni fizika" – standart modeldən kənar fizika konsepsiyası yaratmışdır [2].

β-parçalanma zamanı enerjidə yaranan defekti Pauli reaksiyada daha bir zərrəciyin (neytrinonun) əmələ gəlməsi ilə izah edirdi (1930) [5]. Bu nəzəri mülahizənin üzərindən 25 il keçdikdən sonra neytrino eksperimentdə tapıldı. Neytrino yalnız zəif və qravitasiya qarşılıqlı təsirdə iştirak edən, maddə ilə çox zəif qarşılıqlı təsirdə olan zərrəcikdir. Demək olar ki, işıq sürəti ilə hərəkət edən tək bir neytrinonu aşkar etmək üçün yüz işıq ili qalınlığında su təbəqəsi lazımdır. Nəticədə, onların kütləsi adətən müəyyən qarşılıqlı təsir və ya parçalanma proseslərində iştirak edən digər hissəciklərin sürət paylanmasını öyrənməklə dolayı yolla ölçülür. Yer səthinin hər kvadrat santimetrinə 1 saniyədə Günəşdən gələn $6x10^{10}$ neytrino düşür, lakin demək olar ki, maddəyə təsiri hiss olunmur [1].

Yapon alimi Takaaki Kajita və Kanada alimi Artur B. McDonalds təcrübi olaraq neytrino ossilyasiyalarının mövcudluğunu sübut etdilər. Araşdırmalar zamanı neytrinonun 3 növü – elektron neytrinosu, müon neytrinosu, tau-neytrino aşkar edilsə də, 4-cü neytrinonun olduğu da güman edilir: "steril" neytrino. Bu neytrinoların biri-digərinə çevrilməsinə neytrino ossilyasiyaları deyilir və nəzəriyyə göstərir ki, neytrinonun kütləsi sıfırdan fərqli olmasaydı, bu ossilyasiyalar olmazdı [3]. Neytrino kütləsinin eksperimental kəşfinə görə 2015-ci ildə onlara Nobel mükafatı verilmişdir. Buradan isə ortaya çox sadə bir sual çıxır: Neytrinonun kütləsi nə qədərdir?

Almaniyanın Karlsrue Texnologiya İnstitutunda (KİT) yerləşən Karlsrue Tritium Neytrino Təcrübəsinin (KATRİN) alimləri Təbiət Fizikası jurnalında dərc olunan yeni işlə neytrinonun kütləsi anlayışını təkmilləşdirdilər. Komandanın 2019-cu ildə bildirdiyi ilk ölçmə neytrinonun kütləsinin 1,1 eV/c^2 nəticəsini verdi. Bu isə elektron kütləsinin, təxminən, beş yüz mində bir hissəsi demək idi. Daha dəqiq ölçmələrlə bu qiymət 1 eV/c^2 qiymətinə yüksəldildi [4]. Bu ölçmələrdə isə onlar qeyri-sabit hidrogen izotopu olan tritiumun beta parçalanmasından istifadə edir.

Nüvə və zərrəciklər fizikasında gələcək kəşflərə səbəb olacaq bir əlamətdar hadisə isə, KATRİN alimlərinin neytrinonun kütləsinin yeni ən yuxarı həddini müəyyən etməsidir: 0,8 eV/c^2. Neytrino zərrəciyinin hər üç növünü cəmləsək, bu cəm hələ də elektronun kütləsinin milyonda birindən azdır. Ona görə də onun axtarışı və kütləsinin nə qədər olması çox uzun vaxt tələb etmişdir [2].

Neytrinonun kütləsi, həmçinin, kosmik əhəmiyyətə malikdir. Kiçik kütləyə malik olmasına baxmayaraq, Böyük Partlayış zamanı o qədər çox neytrino yaranmışdır ki, onların ümumi çəkisi kainatdakı bütün maddələrin ulduzlara və qalaktikalara necə yığılmasına təsir etmişdir [3]. Beləliklə, neytrinonun kütləsinin kiçik olmasına baxmayaraq, sayının çox olması Kainatın orta sıxlığına ciddi təsir edə bilər.

Bütün hissəciklərin ən əsas və mühüm xüsusiyyətlərindən biri onun kütləsidir. Neytrino isə kütləsi sirr olaraq qalan yeganə məlum hissəcikdir. KATRİN alimlərinin bildirdiyinə əsasən neytrinonun kütləsinin əlavə ölçülməsi 2024-cü ilədək davam edəcək. Əgər neytrinolar çox daha yüngüldürsə, artıq KATRİN laboratoriyasında həssaslıqla ölçmələr aparmaq mümkün olmayacaq. Bununla da, neytrinonun kütləsinə yaxınlaşmaq, hissəciklər fizikası və kosmologiya suallarına cavab tapmaq üçün daha dəqiq təcrübələrə ehtiyyac duyulacaq.

Ədəbiyyat

1. Vernon Barger, Danny Marfatia, Kerry Whisnant. The Physics of Neutrinos. Sep. 30, 2012, pages 240.
2. Josep A. Formaggio, Andre Luiz C. de Gouvea, R.G. Hamish Robertson. Direct Measurements of Neutrino Mass. February 2, 2021, pages 83.
3. Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics. Carlo Giunti, Chung W. Kim. Oxford 2007, pages 727.
4. Theoretical Neutrino Physics. Joachim Kopp. August 7, 2019. p.-106.
5. İ. H. Cəfərov. Elementar zəərəciklər fizikasının əsasları. Bakı 2009. 284 s.

Резюме

В этой работе рассматривались поиск массы нейтрино, которых во Вселенной много, и изучение нейтринных осцилляций, возникающих в результате превращения разных типов нейтрино друг в друга. С помощью новейших технологий современной

эпохи было исследовано значение последнего ненулевого верхнего предела массы нейтрино.

Summary

In this work, the search for the mass of neutrinos, which are numerous in the universe, and the study of neutrino oscillations resulting from the conversion of different types of neutrinos into each other were considered. With the latest technologies of the modern era, the value of the latest non-zero upper limit of the neutrino mass has been investigated.

ELEKTRONİKADA SİQNALLARIN ÇEVİRİLMƏSİ ZAMANI AKTİV ELEMENT BAZALARININ FUNKSİYALARI

Dos.Qasımov İ. İ., Vəliyeva M. Z., Əliyev R. N.
Gəncə Dövlət Universiteti
tunzalehuseyinova70@gmail.com

Açar sözlər: aktiv element, elektrik və impuls, generator, aktiv bazası, filtrlənmə, maksimal informasiya, informasiya siqnalı

Key words: активный элемент, электричество и импульс, генератор, активная база, фильтрация, максимальная информация, информационный сигнал

Ключевые слова: active element, electricity and impulse, generator, active base, filtering, maximum information, information signal

Elektronikada siqnal informasiyanın hər hansı daşıyıcı kimi özünü funksiyalayır. Siqnalların ötürülməsində göstərilən əsas şərtlər

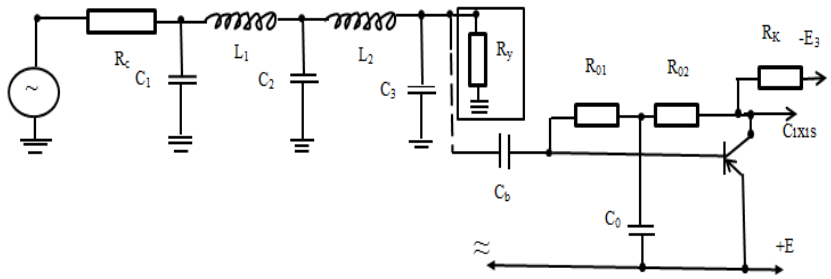
$$\Omega_{max} << \omega \quad \text{və} \quad \Delta\omega << \omega$$

kimi ödənilməlidir. Bu şərtlərin ödənilməsi elektron qurğularının aktiv element bazasında rabitə kanalının dispersiyasının S(t) siqnalına təsirini minimuma endirir və bu istənilən tezlikdə elektron qurğularının ayırdetmə qabiliyyətini və onun informasiyasının verilmə sürətini artırır.

$$\Omega_{max} << \omega$$

şərti isə S(t) elektrik və impuls siqnalının daşıdığı informasiyanın siqnalda tam yüksək formada verilməsini təmin edir. Tələb olunan əsas şərtlərdən biri çox hallarda ötürülən informasiya siqnallarının kifayət qədər güclü olmasıdır. Bu səbəbdən S(t) siqnallarının gücünün artırılması aktiv element bazalarına əsasən əlaqəli yığılmış generatordan asılıdır və bu zaman çıxış kaskadlarında qoyulmuş gücləndiricilərin aktiv bazası olmalıdır. Bu zaman S(t) siqnallarını hasil edən elektron qurğularına qoyulan tələblərdən biri onların faydalı iş əmsalının böyük olmasıdır. Bu tələb xüsusilə verilən gücün böyük qiymətlərində daha çox əhəmiyyət kəsb edir.

Siqnalların bu cür verilməsində aktiv element bazaları çıxış və çıxış gücləndiricilərinə əsasən qurulmalıdırlar. S(t) siqnalının ötürülməsi filtrlənmə ilə olmalıdır. Bu sistemlərin tətbiqi daha məqsədə uyğun sayılır.



Şəkil

Aktiv və passiv elementlərin əlaqəli işləməsi hər bir kaskada uyğun analiz olunmalıdır. İnformasiya daşıyan siqnalın P_S orta gücü az, rabitə kanalında küylərin $P_{küy}$ orta gücünün və təhriflərin səviyyəsi kifayət qədər böyük olduqda maksimal informasiyanı əlaqəli olaraq VT tranzistorunda aşağıdakı kimi təyin etmək olar.

$$J = F_{\max} t_S \log_2\left(1 + \frac{P_S}{P_{kwy}}\right) .....(1)$$

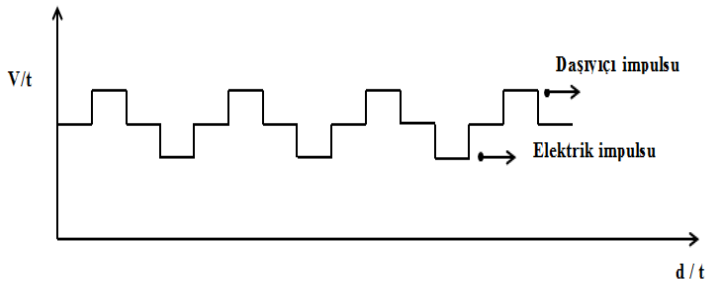
R_6, L_1, L_2, C_1, C_2, C_3 filtrlənmə əlaqəsində

$$C = F_{\max} \log_2\left(1 + \frac{P_C}{P_{kwy}}\right) .....(2)$$

olur. Bu zaman R_{b1}, R_b, C_b əlaqəsində $P_S << P_{kuy}$ olduqda maraqlıdır ki, bu zaman informasiya siqnalı ötürülmür. $P_S >> P_{kuy}$ olduqda isə

$$J = F_{\max} t_S \log_2\left(\frac{P_S}{P_{kuy}}\right) .....(3)$$

olur . Bu halda uyğun olaraq informasiya ötürülür. Osilloqrafik olaraq bunu aşağıdakı kimi analiz etmək olar.



Şəkil

Ədəbiyyat

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. «Электроника». М. Высщая школа. 1991
2. Ерофеев Ю.Н. Импульсная техника: Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов.-М.:Высшая школа., 1984.-391с.

3. İbrahimov B. Q. Siqnalların rəqəmli emalı.Tempus.Bakı, AzTU, 2003, 135 s
4. Богач Н.В. и др. Обработка сигналов в информационных системах. Уч. Пособие. 2010, 222 с.
5. Əsgərov T.M., Mahmudov V.A., Bayramov X.T. Elektron hesablama maşınları və sistemlərinin nəzəriyyəsi və layihələndirilməsi. Bakı, 1990.
6. Qasımov İ.İ. "Mikroelektronika qurğularının qida mənbələrinin analizi". GDU. 2022
7. www.Elektrik siqnallari.az
8. www.mikrosxemtexnika.com

Резюме

Базы активных элементов при такой передаче сигналов должны быть основаны на выходных и выходных усилителях. Передача сигнала S(t) должна осуществляться путем фильтрации. Применение этих систем считается более подходящим для этой цели.

Взаимодействие активных и пассивных элементов следует анализировать в соответствии с каждым каскадом. Когда средняя мощность P_S информационного сигнала мала, а уровень средней мощности и искажений шума P_{kuy} в канале связи достаточно велик, максимальное количество информации можно определить в транзисторе VT следующим образом.

$$J = F_{\max} t_S \log_2\left(1 + \frac{P_S}{P_{kwy}}\right)$$

Summary

Bases of active elements in such signal transmission should be based on output and output amplifiers. The transmission of the signal S(t) must be carried out by filtering. The use of these systems is considered more suitable for this purpose.

The interaction of active and passive elements should be analyzed according to each cascade. When the average power P_S of the information signal is low, and the level of average power and noise distortion P_{kuy} in the communication channel is large enough, the maximum amount of information can be determined in the transistor VT as follows.

$$J = F_{\max} t_S \log_2\left(1 + \frac{P_S}{P_{kwy}}\right)$$

MİKROELEKTRONİKADA OPTOELEKTRONİKA ELEMENTLƏRİNİN İNFORMASİYA SİQNALLARINI ÇEVİRMƏ FUNKSİYALARI

Dos.Qasımov İ. İ., Dos.İsgəndərova S. P., Qasımov İ. İ.
Gəncə Dövlət Universiteti
tunzalehuseyinova70@gmail.com

Açar sözlər: işıq siqnalı, fotonlar, optoelektron elementləri, siqnal, tezlikdə dəyişir, tezliyin spektral, tezlik qiyməti, optik rabitə, optik siqnal, qalvanik

Key words: световой сигнал, фотоны, оптоэлектронные элементы, сигнал, переменная частота, частотный спектр, значение частоты, оптическая связь, оптический сигнал, гальванический

Ключевые слова: light signal, photons, optoelectronic elements, signal, variable frequency, frequency spectrum, frequency value, optical communication, optical signal, galvanic

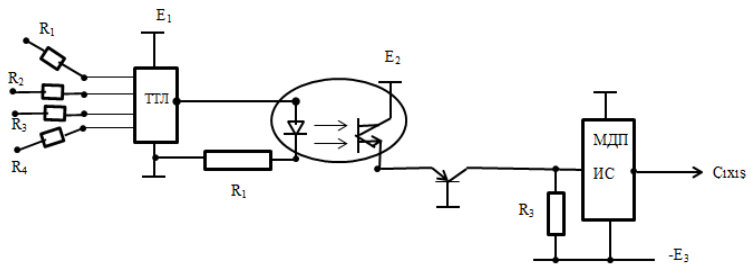
Optoelektronika elektronika ilə müqayisədə bir sıra vacib və prinsipial üstünlüklərə malikdirlər. Bu fərqin üstünlükləri ilk növbədə işıq siqnalının elektrik siqnalından keyfiyyətcə fərqlənməsindən irəli gəlir. Bunun fiziki izahı elektrik siqnalları yüklü zərrəciklər hesabına yarandığı halda, işıq siqnalları yüksüz fotonlardan təşkil olunur. Belə ki, işıq dəstəyindəki fotonlar bir – birinə qarşılıqlı təsir göstərmir, qarışmır və bir – birindən səpilmir. Nəzəri və praktiki olaraq bunu elektrik siqnalları üçün fiziki izah vermək olar, elektrik siqnallarının ötürüldüyü traktlarda daşınan informasiyaya zərərli təsir göstərən bir sıra induksiyalanmış elektrik və maqnit hadisələri yarana bilirsə, işıq seli üçün belə fiziki hadisələr baş vermir. Mikroelektronikada elektrik və impuls siqnallarının verilməsi və çevirilməsi zamanı optoelektron elelmentlərin hər birinin öz fiziki parametrlərinə görə xüsusi funksiyaları vardır

$$R_1 = 820om, \quad R_2 = 24kom,$$

TTL giriş mikrosxemə daxil olan S(t) siqnalı xarakteristikasına asılı olmayaraq çevirilmə prosesinə müəyyən dəyişmələrə uğrayırlar. Bu zaman hər bir siqnal girişdə R_1, R_2, R_3, R_4 müqavimətlərinə uyğun olaraq daxil olurlar. TTL bu informasiyanı tələb olunan tezlikdə dəyişir sə onda bu

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{j\omega t} dt$$

ilə təyin olunur. Burada siqnalın optorn əlaqə paylanmasına kimi siqnal S(ω) spektral sıxlıq kimi təyin olunur və yaxud S(t) siqnal funksiyasının spektral xarakteristikası kimi olar. Tezliyin spektral xarakteristikasında $R_1 R_2 R_3 R_4$ müqavimətləri xüsusi ölçü qiymətlərinə görə S(t)-dən asılı olaraq təyin olunurlar. Bu optron cütünün tezlik qiymətindən asılı olaraq TTL-in girişində yerləşdirilirlər. $R_1 = 8{,}2kom, \; R_2 = 3{,}9kom_1 \; R_3 = 2{,}0kom, R_4 = 1kom$

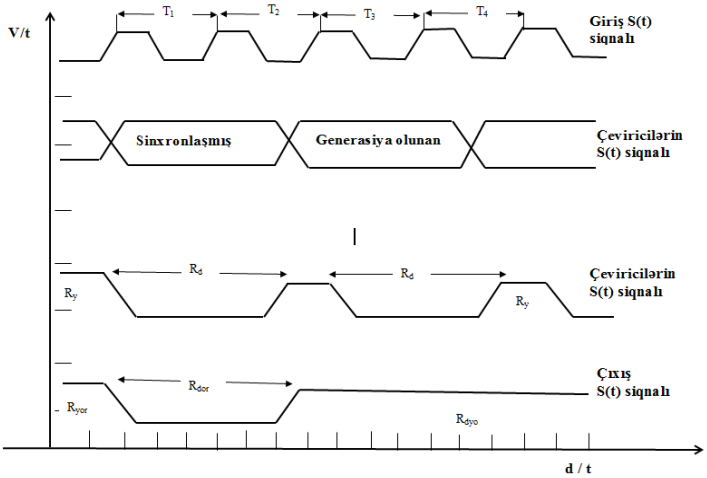


Şəkil

Bu zaman elektrik siqnalından fərqli olaraq işıq vasitəsi ilə sadə bir kanalla eyni zamanda çoxlu sayda bir – birinə qarşılıqlı təsir göstərməyən informasiya S(t) siqnalları göndərmək olur.

Aparılan sxem və informasiya analizindən belə bir nəticə alınır ki, bu xüsusiyyətlər optik siqnallar halında sxemin elementləri arasında tam qalvanik aralanmanın təmin olunmasına imkan verir. Bu halda əksinə optik rabitənin bütün xarakteristik funksiyalarını təmin etmək mümkündür. TTL girişinə verilən informasiyanın tezlik xarakteristikasında optron elementində çevrilmə osilloqrafik impuls – optik qrafiki aşağıdakı verilənlər kimidir.

Bu analiz onu təyin etməyə imkan verir ki, optik siqnallar halında qalvanik əlaqənin tamamiləqırılması, elektrik siqnalları halında mövcud olan bir sıra ciddi çətinliklərin aradan qaldırılmasına imkan verir.



Şəkil

Ədəbiyyat

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. «Электроника». М. Высщая школа. 1991
2. Ерофеев Ю.Н. Импульсная техника: Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов.-М.:Высшая школа., 1984.-391с.
3. İbrahimov B. Q. Siqnalların rəqəmli emalı.Tempus.Bakı, AzTU, 2003, 135 s
4. Богач Н.В. и др. Обработка сигналов в информационных системах. Уч. Пособие. 2010, 222 с.
5. Əsgərov T.M., Mahmudov V.A., Bayramov X.T. Elektron hesablama maşınları və sistemlərinin nəzəriyyəsi və layihələndirilməsi. Bakı, 1990.
6. Qasımov İ.İ. “Mikroelektronika qurğularının qida mənbələrinin analizi”. GDU. 2022
7. www.Elektrik siqnallari.az
8. www.mikrosxemtexnikasi.com

Резюме

В этом случае можно посылать большое количество информационных S(t) сигналов, которые не взаимодействуют друг с другом одновременно, по простому каналу с помощью света, в отличие от электрического сигнала.

Из проведенного схемо-информационного анализа делается вывод, что указанные особенности позволяют обеспечить полную гальваническую развязку между элементами схемы в случае оптических сигналов. В этом случае, наоборот, можно обеспечить все характерные функции оптической связи. Осциллографический импульсно-оптический график преобразования элемента оптопары в частотную характеристику информации, подаваемой на ТТЛ-вход, выглядит следующим образом.

Summary

In this case, it is possible to send a large number of information S(t) signals, which do not interact with each other at the same time, through a simple channel using light, in contrast to an electrical signal.

From the performed circuit-information analysis, it is concluded that these features make it possible to provide complete galvanic isolation between circuit elements in the case of optical signals. In this case, on the contrary, all characteristic functions of optical communication can be provided. The oscillographic pulse-optical graph of the conversion of the optocoupler element into the frequency response of information supplied to the TTL input is as follows.

AKUSTOOPTİK METODLARIN MADDƏLƏRİN TƏDQİQİNDƏ İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ

Seyidova İ. A.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: akustika, akustooptik difraksiya, ultrasəs dalğaları, işığın difraksiyası, işığın refraksiyası

Ключевые слова: акустика, акустооптическая дифракция, ультразвуковые волны, дифракция света, преломление света

Key words: acoustics, acousto-optical diffraction, ultrasonic waves, light diffraction, light refraction

Fizikanın optik dalğaların təsiri altında akustik dalğaların həyəcanlaşmasını öyrənən bölməsinə fotoakustika və ya optoakustika deyilir.

Güclü ultrasəs dalğasının təsiri altında mayedə öz növbəsində optik dalğaların yaranması müşahidə edilə bilər.

Akustooptik hadisə dedikdə işığın ultrasəsdə difraksiya və refraksiyası başa düşülür. Müasir akustikooptik cihazlarda istifadə edilən əsas hadisə akustikooptik difraksiyadır. [1]

Akustooptik hadisələr, həm elmi tədqiqatlarda, həm də texniki qurğularda geniş tətbiq olunur. Akustikooptik üsulla akustik sahəni gözlə görünə bilən hala gətirmək və şəffaf materialların keyfiyyətinə nəzarət etmək olar. Akustikooptik filtirlərin köməyi ilə mühitin məsafədən kimyəvi analizini həyata keçrmək olar. Bundan başqa, akustikooptik qurğular yüksəktezlikli radiosiqnalların analizi üçün fövqalədə dərəcədə effektivdir. Mühüm tətbiq olması, optik rabitə və optik kompüter elementləri də daxil olmaqla məlumatın optik işlənmə sistemləridir. Akustooptik qurğuların lazer şüalarının intensivliyini, fəzada optik şüaların vəziyyətini, optik dalğaların polyarlaşmasını və fazasını, eləcə də optik dəstələrin spektral tərkibini və fəza quruluşunu idarəetməyə imskan verir. Bununla əlaqədar, akustooptikanı funksional elektronikanın bir qolu hesab edirlər.

Akustooptikaya yaxın oblast lazer vibrometrikasıdır. Burada rəqs edən cisimlərin optik zonalanması üsullarına baxılır. Akustooptik difraksiya və refraksiyanı təmin edin edən fotoelastiklik effekti də həmçinin, materialların statik deformasiyasının tədqiqinin polyarizasiya – optik metodunun əsasında durur.

Optik diapazonda siqnalların ötürülməsi hesabına akustooptika prosessorlarda radiosiqnalların spektrinin tez və effektiv aşkar edilməsi, radioteleskoplarda informasiyanın işlənməsi və razılaşdırılmış şəkildə filtirlənməsi məsələsini həll etməyə imkan verir. Akustooptik prosessorun əsas üstünlüyü, ən qısa enlizolaqlı, o cümlədən işlənmənin optik diapazona ötürülməsi hesabına birqat impulsları analiz etmək imkanları və sonradan spektral komponentlərin rəqəmsal işlənməsi şərtilə Fürye çevrilmələrinin yerinə yetirilməsidir. Bu,

real zaman miqyasında radioimpulsların ultraqısa pakетini aşkara çıxarmağa, təsnifatını verməyə imkan verir.

Akustooptik prosessorun, səs-küy altında enloizolaqlı və ifrat enli zolaqlı radiosiqnalların aşkaretmə qabiliyyəti, ilk dəfə analoq-rəqəmsal üsullarla aşkar oluna bilməyən rabitə kanallarını aradan çıxarma imkan verir. [2]

Rəqəmsal texnikanın bütün nadir imkanlarına baxmayaraq, o bu sahədə bir sıra aktual məsələləri həll edə bilmir. Bunun səbəbi fundamental xarakter daşıyır və müasir radiotexniki sistemlərdə ultraqısa ifrat geniş zolaqlı radiosiqnallardan istifadə ilə bağlıdır. Belə siqnalların qəbulu və analizi, onların rəqəmsal texnologiyalarla işlənməsi zamanı böyük miqdarda mövcud olmayan mənbələr yaradır ki, bu da siqnalın mövcudluğunun real zaman miqyasında yerinə yetirilməsi mümkün olmayan hesablamaların kəskin artırılmasını tələb edir.

Rabitə sisteminin inkişafı sürəkliliyinə görə qısa və spektrinə görə enli radiosiqnallar sistemindən istifadəyə gətirib çıxarırdı. Radiosiqnalların analoq-rəqəmsal işləmələri əsasında spektral analizin Fürye metodu nəticələrin nəzərəçarpacaq dərəcədə səhvinə gətirib çıxarır. Bu metodun xarakterik problemləri aşağıdakılardır: işçi tezliyin təsadüf kimi görünən dəyişikliyi ilə radiosiqnalların aşkar olunmasının qeyri-mümkünlüyü, aşkar olunmuş radiosiqnallarda böyük sayda yalançı spektral toplananların üzə çıxması. Spektral analizin akustooptik metodunun tətbiqi oxşar səhvlərdən qaçmağa imkan verir. Deyilənlərdən belə nəticə çıxır ki, bir metod digərini inkar edir. Əksinə, onlar bir-birini tamamlayırlar. Optimal kombinasiya, cihaza qoyulan konkret sistem tələbləri ilə müəyyən olunur.

Akustooptika–fizika və texnika arasında sərhəd sahəsidir və akustooptika elektromaqnit dalğalarının səs dalğaları ilə qarşılıqlı təsirini öyrənir və bu hadisələrin texnikada tətbiqinin əsaslarını öyrənir. İşığın səslə qarşılıqlı təsiri optoelektronikada, koherent işıq şüalarını idarə etmək üçün lazer texnikasında istifadə edilir. Akustooptik qurğular işıq siqnalının amplitudunu, tezliyini, polyarlaşmasını, spektral tərkibini və işıq şüalarının yayılma istiqamətini idarə etməyə imkan verir. Akustooptik effektlərin praktiki tətbiqinin ən mühüm sahəsi informasiyanın işlənməsi sistemləridir. Bu sistemlərdə akustooptik qurğulardan real zaman miqyasında ifarat yüksək tezlikli siqnalların işlənməsi üçün istifadə olunur [3, səh.57-60].

Səs dalğasının daşıdığı mexaniki deformasiyanın təsiri altında mühitin, elastiki-optik və ya fotoelastiki effektlə şərtlənən optik xassələrinin fəza modulyasiyası yaranır.

Mühitin optik xassələri, zamana görə səs dalğalarının tezliyi ilə, yəni işıq dalğasında elektromaqnit rəqslərinin periodu və səs dəstəsindən işıq şüalarının keçmə müddəti ilə müqayisədə yavaş dəyişir. Düşən optik dəstənin eninə ölçüləri d və səs dalğasının λ dalğa uzunluğu arasındakı münasibətdən asılı olaraq, işığın belə mühitdə yayılması və akustooptik refraksiya, ya da ultrasəsdə işığın difraksiyası hadisələri ilə müşayət olunur. Işığın difraksiyası təkcə xaricdən daxil edilən səs dalğasında deyil, eləcə də mühitin kollektiv həyəcanlaşmalarında, akustik fononlarda baş verir ki, bunun da nəticəsində işıq fononunun tezliyi qədər yuxarı və aşağı tezlik sürüşməsi ilə baş verir. (Mandelşan – Brillyuon səpilməsi). Səpilmiş şüalanma spektrində bir cüt tezliyə görə sürüşmüş Mandelşan – Brillyuon komponenti meydana çıxır. Bu komponentlər uzununa və eninə akustik fononlardan səpilməyə cavab verir.

Akustooptik qarşılıqlı təsir, yalnız aşağı intensivlikli optik şüalanmada optik refraksiya və difraksiya effektlərinə gətirilir. Işığın intensivliyinin artması ilə işığın mühitə təsirini qeyri-xətti effektləri yüksələn rol oynamağa başlayırlar. Elektrostriksiya və mühitin optik şüalanma ilə qızdırılması effektlərinə görə mühitdə dəyişən elastiki gərginlik yaranır və eşhidilə bilən tezlikdən hipersəs tezliyinədək səs dalğaları hasil edilir.

Ultrasəs dalğalarında işığın difraksiyası və elektrostriksiya nəticəsində ultrasəs dalğalarının yaranması proseslərinin eyni zamanda baş verməsi nəticəsində güclü optik şüalanma nəticəsində işığın ultrasəs dalğaları ilə güclənməsi baş verir.

Akustooptik qarşılıqlı təsir effektləri həm fiziki, həm də texnikada istifadə olunur. Ultrasəs dalğalarında işığın difraksiyası ultrasəs sahələrinin yerli xarakteristikalarını ölçməyə imkan verir. Difraksiya etmiş işığın bucaq asılılıqlarına görə istiqaməti diaqramm və akustooptik şüalanmanın spektral tərkibi müəyyən edilir. Akustooptik difraksiya həmçinin maddənin bir çox parametrlərini, səsin sürəti və udulma əmsalını 2-ci və daha yüksək tərtibli elastik modulunu, elastikioptik sabitləri və digər kəmiyyətləri ölçmiəyə imkan verir. Belə ki, Breqq şərtinə görə ultrasəsin tezliyinin f məlum qiymətinə və işıq dalğasının λ dalğa uzunluğuna, düşən və difraksiya edən işıq şüaları arasındakı ölçülmüş bucağa ($2\theta_B$) görə səsin sürətini ölçürlər:

$$C_{səs}=\lambda f/2\ sin\theta_B$$

Burada ($2\theta_B$ – Breqq bucağıdır). Səsin sürətinin $C_{səs}$ bu üsulla alınmış qiymətləri əsasında, müxtəlif istiqamətlər üçün elastiklik modulunun tam matrisi C_{ij} hesablanır. Səsin udulma əmsalını λ difraksiya etmiş işığın J_1 və J_2 intensivliklərini müqayisə etməklə tapmaq olar:

J_1 və J_2 – düşən işığın iki vəziyyətində ölçülmüşq, səs dalğasının yayılma istiqaməti boyunca bir-birinə nəzərən sürüşmüş intensivliklərdir. Mühitdə böyük intensivlikli səs dalğasının yayılması zamanı elastiklik modulu haqqında yüksək tərtibli nəticələri breqqdifraksiyasının köməyi ilə dalğada yaranan harmonik rəqslərin amplitudunu ölçərək alırlar. Səsin sürətinin dispersiyanı və onun hipersəs tezliyində udulma əmsalının tədqiqi üçün Mandelştam-Brillyuon səpilməsindən istifadə edilir. Koherent optik şüualanma şüalarını mühitdən buraxaraq və θ səpilmə bucağını qeyd edərək Breqq şərtindən verilmiş f tezliyində səsin sürətini $S_{səs}$ təyin etmək olar. Mandelştam-Brillyuon komponentinin δf yarımeninin ölçülməsi əsasında bu tezlikdə λ udulma əmsalı təyin edilir.

$$\lambda = 2\pi \cdot \delta f\ /\ C_{\text{səs}}$$

Səsin optoakustik hasil olunması əsasında müxtəlif fiziki hallarda maddələrin optik udulma spektrini almaq üçün fotoakustik spektroskopiya metodu yaradılmışdır. Bu metoda, işığın udulma əmsalı, periodik kəsilən işıqla həyəcanlaşan səs rəqslərinin intensivliyinə görə təyin edilir.

Ədəbiyyat

1. Тамир Т. и др. Интегральная оптика. М., «Мир», 1978, -344 с.
2. Акаев А.А., Майоров С.А. Оптические методы обработки информации. М., «Высшая школа», 1988, -205 с.
3. Яблонский Ф.М., Тронцкий Ю.В. Средства отображения информации. М. «Высшая школа», 1985, -210с

Резюме

Он позволяет решить задачу быстрого и эффективного обнаружения спектра радиосигналов в акустооптических процессорах, обработки информации в радиотелескопах и фильтрации согласованным образом, за счет передачи сигналов в оптическом диапазоне.

Resume

It allows to solve the problem of quick and effective detection of the spectrum of radio signals in acousto-optic processors, processing of information in radio telescopes and filtering in an agreed manner, due to the transmission of signals in the optical range.

KÜLƏŞİN YEMLƏMƏ ÜÇÜN HAZIRLANMASINA FİZİKİ-KİMYƏVİ TƏSİR MEXANİZMİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Məmmədova S.O.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: kimyəvi aktivlik, fiziki əlaqə, mexaniki, molekulyar kütlə, reaksiya qabiliyyəti

Ключевые слова: химическая активность, физическая связь, механическая, молекулярная масса, реакционная способность.

Key words: chemical activity, physical connection, mechanical, molecular mass, reactivity

Küləşi yemləmə üçünhazırlama texnologiya və qurğularında müəyyən mənada heyvanın həzm traktında və ağzında ağız suyu qələvisinin təsiri ilə gedən prosesin modelləşdirilməsinə çalışılmışdır. Bu prosesin idarə olunması üçün kompleks tərkibinin xassələri, onların qarşılıqlı əlaqəsi və kimyəvi aktivliyi öyrənilməlidir.

Liqnin və sellüloz sahəsində tədqiqat aparmış müasir tədqiqatçıların əksəriyyəti o fikirdədirlər ki, buradakı qarşılıqlı əlaqə fiziki və yaxud tam mexaniki xarakter daşımır və burada kimyəvi əlaqə mövcuddur. Klassik nəzəriyyələrə əsaslanaraq bu məsələni öyrənməyə çalışaq.

Sellüloz – polisaxarid olub, bunun molekulları elementar *β-D* qruplarından – 1-4 əlaqələrdə qlikozid birləşməsində olan qlikopiranozlardan ibarətdir. Polimerizasiya dərəcəsi 6000-10000 vahiddir. [1]

Ancaq liqninin ilkin tərkibi barədə qəti fikir yoxdur. Bu onunla əlaqədardır ki, xalis şəkildə liqnin əldə etmək mümkün olmamışdır. Müxtəlif üsullarla əldə olunmuş liqnin rənginə, molekulyar kütləsinə və reaksiya qabiliyyətinə görə fərqlənir.

Təbiətdə ilkin struktur qruplardan liqninin sintezi təsadüfi xarakter daşıyır. Liqnin molekulları zülal molekulları kimi dəqiq bərpa təmin edən başlanğıc matris (qəlib) üzrə qurulmuşlar. Liqnin biosintezi zamanı fermentlərin fəaliyyəti də məhduddur. Görünür liqnin bitki toxumasının ağaclaşmasında yapışqan rolu oynayır. Məhz buna görə nəticədə şaxələnmiş və müəyyən hüdudda "sərbəst" struktur müşahidə olunur.

Struktur qruplar arasında iki əsas növ seçilir:

-oksigen əlaqələri (sadə efirlər);

-karbon əlaqələri.

Sadə efir əlaqələri ətir həlqəsi və yan zəncir arasında yaranır - sadə alkilar efir əlaqəsi. Bu əlaqə müxtəlif reagentlərin təsiri ilə destruksiya reaksiyalarına qabildirlər.

Karbon əlaqələri liqnində müxtəlif kimyəvi reagent təsirlərinə qarşı daha dayanıqlıdırlar. Məhz bunlar etanoliz, asidoliz, hidrogenoliz və digər parçalayıcı reaksiyalar zamanı liqninin monomerlərə qədər parçalanmasına mane olurlar

Deliqnifikasiya reaksiyasında ehtimal etmək olar ki, liqnin və sellüloz arasında o qədər də parçalanma getmir. Belə ki, onlar əsasən hidrogen xarakterlidirlər. Burada daha çox liqninin müxtəlif strukturları arasındakı əlaqələr dağılır. Bu isə kompleksin başlanğıc komponentlərinin ayrı-ayrı fraqmentlərinin parçalanmasına sellülozun sərbəstləşməsinə gətirib çıxarır.

Polimer (liqnin) bərk fazada (küləş hüceyrəsi), reagent isə maye fazada olduğunu nəzərə alaraq məhlullarda aşağımolekullu maddələrin reaksiyası üçün İ.N.Sarçanu tərəfindən təklif olunmuş hüceyrə modelindən istifadə etmək mümkündür [2]. Bu modelə görə hər funksional qrupa yalnız onlar reagentlə bir hüceyrədə olub qarşılıqlı təsir göstərdikləri zaman müstəqil kinetik hissəcik kimi baxıla bilər:

Reaksiyanın ümumi sürəti reagentin –$X1$ hüceyrəyə - K_1 nüfuzetmə sürəti, əmələ gələn A-hissəciyinin hüceyrədən –K_2 çıxma sürəti və hüceyrədə -K reaksiya sürəti ilə limitləşdirmək olar.

Liqninin struktur elementləri arasındakı əlaqələrin qırılması hüceyrənin azad olumasına kömək edir və görünür buna görə həzmolma səviyyəsinin artmasını ehtimal etmək olar. Ancaq fraqmentlərin bütün struktur reaksiyalarının hamısı liqnin polimer zəncirinin qırılmasına gətirib çıxarmır.

Əlqələrin qırılma reaksiyası (fraqmentləşmə) fraqmentlərin α və β-alkilarefir əlaqələrinin destruksiyası nəticəsində baş verir.

Birinci olaraq α-alkilaril əlaqənin açıq zəncirdə destruksiyasına baxırıq. Açıq zəncirdə α-efir əlaqəsi miqdarı azalır. Bəzi mənbələrdə [3] qeyd olunur ki, onlar iynəyarpaqlılarda C_6 – C_3 struktur qrupuna 0,07-dən 0,1-ə qədərdir.

Hidrogen ionları konsentrasiyası kifayət qədər olduğu zaman α-efir əlaqəsinin hidrolitik destruksiyası SN_1 mexanizmi üzrə gedir

Qələvi mühitində fenol hidroksilinin alkilirləşməsi C-α atomun nukleofil əvəzetmə reaksiyasını bloklaşdırır, ancaq fenol hidroksilin olduğu zəif qələvi mühitdə (pH 10...11-ə qədər) reaksiya SN_2 reaksiyasına cavab verir

Bu reaksiyaların deliqnifikasiyanın ümumi prosesinə effektiv təsiri onunla izah edilə bilər ki, C-α atoma nukleofil hücum zamanı reaksiya mərkəzinin n-vəziyyətində yerləşən hidroksil və alkoksil qruplarının $+M$ və $+E$ effektləri ilə reaksiya xeyli yüngülləşmiş olur.

Bundan başqa elimir reaksiyası nəticəsində α, β –ikili əlaqə yaranır, beləliklə elektron körpü əmələ gəlir və bunun üzərindən C_β və C_α atomlarına $+M$ və $+E$ effektləri ötürülür. Nəticədə çevrilmə mexanizmi dəyişir və yan zəncirin α və γ atomlarının reaksiyaları xeyli sürətlənir.

İkinci olaraq C_β – alkilarilefir əlaqəsinə baxırıq, propan zəncirində C_β – atomunun alkilefir əlaqəsi liqninin bütün əlaqələrinin 35...40%-ni təşkil edir. Bunların destruksiyası makromolekulların daha dərin fraqmentləşməsini təmin edir. Odur ki, deliqnifikasiya proseslərində bu reaksiyaların həlledici rol oynaması hesab olunur. C_β – efir əlaqəsinin destruksiyası propan zəncirinə görə fenol hidroksilinin tutduğu yerdə alkilir olub-olmamasından asılı olmayaraq həm turş, həm də qələvi mühitdə həyata keçirilə bilər.

Eksperimentlə təsdiq edilmişdir ki, proses β-eliminləşmə mərhələsindən keçir və hədsiz miqdarda efir yaranır. Bu mərhələ prosesin ümumi sürətini limitləşdirir.

β-efir əlaqəsinin qələvi mühitdə destruksiyası İ.N.Sarçanuya görə iki mexanizm vasitəsi ilə cərəyan edir.

α-reaksiyasının istiqaməti sərbəst fenol hidroksilləri ilə A və B liqnin fraqmetlərində gedən əsas prosesdir. Burada γ metilol qrupunun eliminləşməsi hidroksilin C_β – atomuna nukleofil hücumdan qabaqdır və π-elektron körpüsünün yaranması və onun üzərindən fenol oksigenin reaksiya mərkəzinə $+M$ və $+E$ effektini verməsi hesabına onu təsirli edir. β-efir əlaqəsi δ-mexanizmi üzrə də parçalana bilir. Hesab olunur ki, birinci mərhələdə alkoqolyat alınır və əlaqənin parçalanması Girer mexanizmi üzrə baş verir.

Liqninin turşulu və hidrolitik destruksiyası onu həll oluna bilən vəziyyətə gətirmək və bitki toxumasından ayırmaq üçün əsas verir. Ancaq hidrolitik destruksiya reaksiyaları bir qayda olaraq zəncirlərin birləşmə reaksiyası ilə eyni zamanda gedir. Temperaturun və turşuluğun artması ilə kondensasiya reaksiyasının sürəti (başqa sözlə struktur qrupların bir-birinə birləşməsi) artır. Məhz bununla da deliqnifikasiya üçün qələvi və duzlu mühitin seçilməsi daha effektiv sayıla bilər. Destruksiyanın bütün reaksiyalarında kimyəvi reagentin ionları iştirak edirlər.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov Q.B., Allahverdiyeva Q.M. İstilik və soyutma texnikası. Bakı: Elm, 2011, 492 s.

2. Баран А.Н. Технологическое действие электрического тока и оптимизация его параметров при обработке соломы в щелочных средах: Автореф.дисс.канд.тех.н. Минск, 1984, 20 с.
3. Бобокулов Н.А. и др. Рациональное использование кормовых ресурсов в пустынно-пастбищном животноводстве. Самарканд, 2012, 29 с.

Резюме

Кислотная и гидролитическая деструкция лигнина создает основу для его солюбилизации и выделения из растительной ткани. Однако реакции гидролитической деструкции, как правило, протекают одновременно с реакцией объединения цепей. С повышением температуры и кислотности увеличивается скорость реакции конденсации (иными словами, объединения структурных групп). Поэтому выбор щелочной и солевой среды для делигнификации можно считать более эффективным. Ионы химического реагента участвуют во всех реакциях разрушения.

Summary

Acidic and hydrolytic destruction of lignin provides a basis for its solubilization and separation from plant tissue. However, hydrolytic destruction reactions, as a rule, occur at the same time as the chain joining reaction. With increasing temperature and acidity, the rate of condensation reaction (in other words, joining together of structural groups) increases. That is why the selection of alkaline and saline environment for delignification can be considered more effective. Ions of the chemical reagent are involved in all reactions of destruction.

KÜLƏŞİN ELEKTROKİMYƏVİ İŞLƏNMƏSİ ÜÇÜN ELEKTROLİTLƏRİN NƏZƏRİ TƏHLİLİ

Məmmədova S.O., prof. Quliyev M.S., Abbasov R.A.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: elektrolit, təsir enerjisi, aktivlik dərəcəsi, elektrik sahəsi, ionun yükü
Ключевые слова: электролит, энергия удара, степень активности, электрическое поле, заряд иона.
Key words: electrolyte, impact energy, degree of activity, electric field, ion charge

Küləşin kimyəvi və termokimyəvi işlənməsində daha çox qələvilərdən, sönməmüş əhəngdən və azot tərkibli reagentlərdən istifadə olunur. Elektrokimyəvi işləmədə elektrolit olaraq duz turşusu (HCl) duzlarından xörək duzu-natrium xlorid (NaCl), kalium xlorid (KCl) və magnezium xloridin ($MgCl_2$) 1 və 2 %-li məhlulundan istifadə olunması mümkündür[1].
Küləşin isladılması üçün bunların hansının daha əlverişli olması Debay Hükkel nəzəriyəsiəsasında qiymətləndirməyə çalışaq. Bunun üçün seçilmiş duzların suda məhlullarının elektrokimyəvi göstəricilərinin (elektrolitin ion gücü, ion atmosferi radiusu, ionların qarşılıqlı təsir enerjisi, ionların aktivlik dərəcəsi) hesablanması və müqayisə edilməsi tələb olunur. Elektrolitin ion gücü məhlulda ionların yaratdığı elektrik sahəsinin intensivlik ölçüsü olmaqla məhlulun (elektrolitin) vacib xarakteristikası sayılır.

İon şiddəti aşağıdakı düsturla təyin olunur: $J = \frac{1}{2}\sum_i (C_i z_i)^2$, (1)

Buradan z_i–ionun yükü; C_i – bu iondan olanların konsentrasiyası. Maqnezium xlorid məhlulunun molyar kütləsi $(W = 2\%) - M_{(MgCl_2)} = (24 + 35{,}5 \cdot 2) = 95\,\text{q/mol}.$ (2)

Molyar konsentrasiyanı kütlə payı ilə ifadə edib və nəzərə alsaq ki, məhlulun sıxlığı 20°C-də ρ=1,015 q/dm^3- dir, o zaman 2%-li maqnezium xlorid üçün alırıq:

$$C_{(MgCl_2)} = \frac{10 \cdot \omega\rho}{M} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 1{,}015}{95} = 0{,}214\,\text{mol}/l. \qquad (3)$$

Onda mol/*l* –lə 2%-li maqnezium xloridin ion şıddəti aşağıdakı kimi olur:

$$J_{(MgCl_2)} = \frac{1}{2}(0{,}214 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0{,}214 \cdot (-1)^2) = 0{,}642. \qquad (4)$$

Anoloji olaraq natrium xlorid məhlulu (*W*=2%) üçün temperatur 20°C və məhlul sıxlığı ρ=1,012 q/dm^3 qiymətlərində molyar konsentrasiyanın $C_{(NaCl)}$=0,346 mol/*l*, ion şiddəti isə $J_{(NaCl)}$=0,346 olmuşdur.[2]

Kalium xlorid məhlulunun (*W*=2%) temperatur 20°C, sıxlıq ρ=1,011 q/dm^3 qiymətləri üçün molyar konsentrasiyası $C_{(KCl)}$=0,270 mol/*l*, ion şiddəti $J_{(KCl)}$=0,270 olmuşdur.

Alınmış hesabat göstəricilərindən görünür ki, 2%-li maqnezium xlorid məhlulunun ion şiddəti 2%-li natrium xlorid məhlulunkindən 1,86 dəfə, 2%-li kalium xlorid məhlulunkindən isə 2,38 dəfə çoxdur. Buradan da demək olar ki, maqnezium xlorid məhlulunda həcm vahidində yük daşıyanların sayı (duzun suda eyni kütlə payı şəraitində *W*=2%) natrium və kalium duzları məhlulunda olanlardan o qədər də çoxdur. Burada qeyd etmək lazımdır ki, elektrolitlərin eletrik keçiriciliyi onlardakı yük daşıyıcıların miqdarı ilə müəyyən edilir.[3]

Məhlulun ion şiddəti Debay-Hükkelin güclü elektrolit nəzəriyyəsində [80]böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu nəzəriyyənin əsas tənliyi (Debay-Hükkelin hüdud qanunu) ionun aktivlik əmsalı ilə məhlulun ion şiddəti arasındakı əlaqəni ifadə edir.

Məlumdur ki, ionların aktivlik əmsalı məhlulun tərkibi və konsentrasiyasından, yükdən, ionun tərkibindən və digər şərtlərdən asılıdır. Ancaq su əlavə edilmiş məhlullarda ($C \leq 0{,}5$ mol/*l*) ionun tərkibi onun aktivlik əmsalına zəif təsir göstərir.

Təxminən hesab etmək olar ki, su əlavə edilmiş məhlullarda ionun aktivlik əmsalı yalnız ionun yükündın və məhlulun ion şəddətindən asılıdır.

Nəticələrin təhlilindən görünür ki, 2%-li elektrolitdə maqnezium kationlarının aktivlik əmsalı 1,7 dəfə natrium kationlarınkindən və 1,72 dəfə kalium kationlarınkindən azdır.

Bu onunla izah olunur ki, birincisi maqnezium kationları ətrafında solvat örtüyü çox sayda su molekuluna malikdir, ikincisi isə maqnezium kationunun güclü qütbləşmə təsirindən su molekulları orada natrium və kaliumda oiduğuna nəzərən daha sıx yığılmışlar. Maqnezium kationunun hidrat örtüyü səthi üzrə paylanmış yükün sıxlığı da natrium və kaliumda olduğundan daha çoxdur. Bunun nəticəsində maqnezium və xlor kationları arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisi də bu ionlarda daha çoxdur. Bu effekt məhlulda maqnezium kationlarının aktivliyini xeyli aşağı salır ki, bunu da aktivlik əmsalı göstərir.

Elektrolit məhlulunun qeyri ideallığı, ionların bir-biri ilə və həlledicinin molekulları ilə qarşılıqlı təsirinə görə müəyyən edilir. Kifayət qədər az ion konsentrasiyası olduğu zaman (0,5 mol/*l*-dən az) onların hər biri ion atmosferi ilə əhatə olunmuşdur. Əks işarəli ionların qarşılıqlı təsiri onların solvat örtüyü və sərbəst dipol su molekulları vasitəsi ilə həyata keçirilir. Kationa birləşmiş su molekullarının miqdarı, onların liqandlılığı, kationların ölçüsü ilə müəyyən edilir. Kationun radiusu nə qədər kiçik olursa ion o qədər güclü hidratlaşmış olur. Kationun radiusu natrium (Na^+) üçün 0,095 nm, kaliun (K^+) üçün 0,133 nm, maqnezium üçün (Mg^{2+}) 0,065 nm-dir.

Bu baxımdan maqnezium ionu daha iri ionlara nəzərən daha güclü hidratlaşmışdır. Burada yük daha böyük səthə paylanmışdır.

İon atmosferinin orta radiusu isə ion şiddəti qiymətindən istifadə olunaraq aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$\left.\begin{array}{ll} a)\ maqnezium\ xlorid & (W = 2\%) - R_{ion} = 383\ nm; \\ b)\ natriun\ xlorid & (W = 2\%) - R_{ion} = 521\ nm; \\ c)\ kalium\ xlorid & (W = 2\%) - R_{ion} = 590\ nm. \end{array}\right\} \quad (5)$$

İon atmosterinin radius şərti olaraq mərkəzi iondan kənara o məsafəni xarakterizə edir ki, ion atmosferinə aid bütün ionlar burada yerləşmiş olsunlar.

Aparılmış hesabat nəticələrindən göründüyü kimi 2%-li elektrod məhlulları üçün maqnezium kationlarının ion atmosferinin orta radiusu natrium və kaliumunkinə nəzərən kiçikdir. Ancaq Mg^{+2} kationunun ion atmosferində kiçik ion radiusunda su molekulları çoxdur. Bu onunla izah edilə bilər ki, maqnezium kationunun solvat örtüyündə su molekulları daha sıx yerləşmişlər. Belə vəziyyət bir də maqnezium kationlarının həlledici (su) molekullarına daha güclü qütbləşdirici təsiri ilə izah edilir. Bu zaman kationlarınqütbləşdirici təsiri onların yükü ilə düz mütənasib olur.

Ədəbiyyat

1. Чичкин А. Комплексная переработка отходов сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2010, №7, с.29-30.
2. Федоренко И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов: Учебное пособие. М.: ФОРУМ, 2007, 176 с.
3. Шапошник В.А. Не эмпирический расчет структуры и свойств ассоциатов воды // Сорбционные и хромотографические процессы. 2003, т.3, №5, с.599-604

Резюме

Как видно из результатов отчета, средний радиус ионной атмосферы катионов магния для 2% электродных растворов меньше, чем у натрия и калия. Однако в ионной атмосфере катиона Mg+2 имеется много молекул воды с малым ионным радиусом. Это можно объяснить тем, что молекулы воды более плотно упакованы в сольватной оболочке катиона магния. Такая ситуация объясняется также более сильным поляризующим действием катионов магния на молекулы растворителя (воды). В этом случае поляризующее действие катионов прямо пропорционально их заряду.

Summary

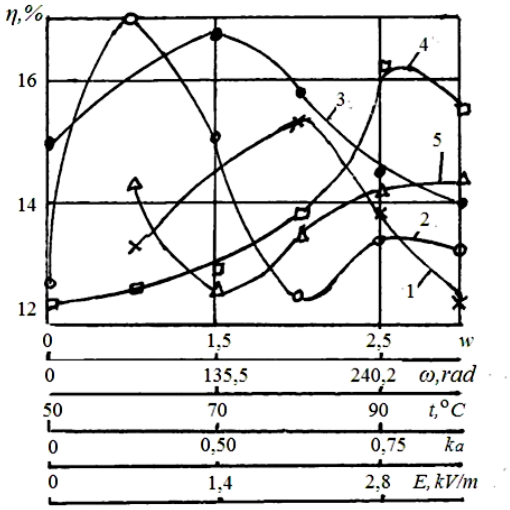
As can be seen from the results of the report, the average radius of the ionic atmosphere of magnesium cations for 2% electrode solutions is smaller than that of sodium and potassium. However, in the ionic atmosphere of the Mg+2 cation, there are many water molecules in the small ionic radius. This can be explained by the fact that water molecules are more tightly packed in the solvate coating of the magnesium cation. Such a situation is also explained by the stronger polarizing effect of magnesium cations on solvent (water) molecules. In this case, the polarizing effect of cations is directly proportional to their charge.

BUĞDA KÜLƏŞİNİN MÜXTƏLİF ELEKTRİK CƏRƏYANI PARAMETRLƏRİNİN ƏSASLANDIRILMASI

Məmmədova S.O., prof. Quliyev M.S., dos. Cavadov E.M.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: cərəyan, amplitud, küləş, cərəyan şiddəti, elektrik, temperatur
Ключевые слова: ток, амплитуда, стерня, сила тока, электричество, температура.
Key words: current, amplitude, stubble, current strength, electricity, temperature

Elektrokimyəvi işlənmə modelində ekvivalent əvəzetmə sxeminin tərkib elementləri "yunan-latın kvadratları" metodu üzrə eksperimentin qabaqcadan planlaşdlrlmış matrisinə uyğun olaraq eksperimental qurğuda yoxlanmışdır.[1] Qurğuda cərəyan tezliyi, forması və amplitudunu dəyişməklə tədqiqat aparılmışdır. Küləşin işlənmə effektliliyi alınmış məhsulun trichoderma lignorum OM534 köbələk mayesi kulturu ilə fermentativ hidroliz zamanı şəkərlənməsi ilə müəyyən edilmişdir. Eksperimentin nəticələri müvafiq riyazi işləmələrdən sonra şəkil 1-də təsvir edilmişdir.



Şək.1 Elektrik cərəyanı parametrlərinin və işlənmənin texnoloji şərtlərinin assimmetriya əmsalının k_a (1); sahəsinin gərginliyinin –E (2); elektrik potensialının dəyişməsinin bucaq sürətinin – ω (3); temperaturun – t (4) və nəmləşmə modulunun – w (5) dəyişməsi zamanı trichoderma lignorum OM534 köbələk mayesi kulturu ilə işlənmiş küləşin şəkərlənmə dərəcəsinə təsiri.

Eksperiment nəticələrinin (şək.1) nəzəri hesabat nəticələri ilə müqayisə etdikdə görünür ki, küləşin işlənmə effektliliyi cərəyan bitki toxuması ilə qarşılıqlı təsirdə olan payından, başqa sözlə i_F cərəyan şiddətindən asılı olur.[2] Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, elektrik cərəyanı parametrləri elə seçilməlidir ki, i_F-in maksimal qiyməti təmin edilmiş olsun.

Temperatur funksiyasında bitki toxuması ilə qarşılıqlı təsirdə olan cərəyan payı ilə işlənmiş küləşin şəkərlənməsinin arasında görülən uyğunsuzluğu temperaturun kimyəvi reaksiyaya əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərməsi ilə izah etmək olar. Bu elektrik cərəyanının texnoloji faktor kimi fərqləndirici rolunu oynayır.[3]

Hesabat göstərmişdir ki, i_F-in maksimumu tezliyin 20Hs qiymətində, asimmetriya əmsalının k_a=0,5, nəmləşmə modulunun w=1, sahəsinin gərginliyinin $E=7\cdot10^2$ V/m

qiymətlərinə uyğun gəlir. Dəqiqləşmiş parametrlərlə elektrokimyəvi texnologiyanın küləşin spektroskopiya, kəsiklərin mikrofotoqrafiya olunması və zootexniki tədqiqat metodları ilə nəzərat tədqiqatları (cədvəl 1) nəzəri mülahizələri təsdiq etmişdir.

Cədvəl 1

Buğda küləşinin müxtəlif elektrik təsirli işlənməsinin zootexniki analiz nəticələri

№	İşlənmə növü və şərtləri	Kütlənin nəmliyi, %	Quru maddə hesabı ilə 1 kq-ın tərkibi								
			Protein			Sellüloz					
			Xam	Həzm olunan	Azotsuz ekstraktiv maddə	Xam	Həzm olunan	Xam kül	Kalsi-um	Fos-for	Yem vahi-di
1	İşlənməmiş	8,7	395,0	90,8	41,60	45,3	158,7	4,38	2,51	4,49	0,215
2	Sənaye tezlikli dəyişən elektrik cə-rəyanı ilə işlənmiş t=90°C; E=7·10^2 V/m	46,5	405,6	932,6	46,73	422,4	147,8	4,11	2,05	4,30	0,318
3	Həmin şərtlər daxilində sabit elektrik cərəyanı ilə işlənmiş	63,9	404,4	92,7	49,86	451,5	157,9	11,08	3,60	6,09	0,330
4	Əsaslndırıl-mış cərəyan parametrləri ilə işlənmiş, f=20Hs, k_a=0,5;t=90°C; E=7·10^2 V/m	62,6	403,2	90,8	56,7	432,5	151,4	10,68	2,94	5,87	0,427

Beləliklə elektrik cərəyanının əsaslandırılmış parametrləri ilə işlənmiş küləş bitki toxuması daha az metaturşu və karboksil qrupundan olan elementlər daşıyır. Onların sıx birləşməsi dağılır, ayrı-ayrı liflərə parçalanır. Bu zaman küləşin yem dəyəri iki dərəcədən çox (cədvəl 1) və işlənmə sürəti artır. Qeyd etmək lazımdır ki, elektrokimyəvi işləməni əvəzedici ekvivalent elektrik sxemi ilə modelləşdirmək mümkündür ki, bu zaman texnoloji faktor olaraq elektrik cərəyanı parametrlərini seçməyə imkan yaranır.

Ədəbiyyat

1. Qurbanov X.H., Fətəliyev K.H., İsgəndərzadə E.B. Eksperimentin planlaşdırılması. Bakı: “Vektor” nəşriyyat evi, 2015, 120 s.

2. Alonso M., Alguacil F.J. Penetration of aerozol undergoing combined electrostatic dispersion and diffusion in a cylindrical tube // J. Acrosol Sci.-2007, v.38, №5, p.481-493

3. Емельянов В.М., Мухачев С.Г., Сироткин А.С. Совершенствование микробиологических технологий на основе специализированных систем автоматизации научных исследований // Вестник казан.технол. ун-та. – Казань, 2010, №4, с.105-119.

Резюме

Таким образом, стерневая растительная ткань, обработанная умеренными параметрами электрического тока, содержит меньше метакислотных и карбоксильных элементов. Их плотная связь разрывается, распадается на отдельные волокна. В это время более чем на два градуса увеличивается кормовая ценность стерни и скорость обработки. Следует отметить, что возможно моделирование электрохимической операции замещающей эквивалентной электрической схемой, что позволяет выбрать параметры электрического тока в качестве технологического фактора.

Summary

Thus, stubble plant tissue treated with reasonable parameters of electric current carries less metaacid and carboxyl group elements. Their tight connection breaks up, splits into separate fibers. At this time, the feed value of stubble increases by more than two degrees and the processing speed. It should be noted that it is possible to model the electrochemical operation with a substitute equivalent electric circuit, which allows to choose the parameters of the electric current as a technological factor.

FİZİKİ PARADOKSLARIN ŞAGİRDLƏRİN BİLİK VƏ BACARIQ KEYFİYYƏTLƏRİNİN AŞKARA ÇIXARILMASINDAKI ROLU

Prof. Quliyev M.S., Dos. İmanov R.M., Bəşirov M.B., Rəcəbzadə N.Ə.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: Təlim, proqram, dərslik, bilik, bacarıq, tədris materialı
Ключевые слова: Обучение, программа, учебник, знания, умения, учебный материал
Keywords: Training, program, textbook, knowledge, skills, educational material

Təlim işində bir sıra nöqsanlar müşahidə olunur. Bəzi metodist və müəllimlər bunun səbəbini tədris proqramı və dərsliklərin qüsurlu olması bəziləri şagirdlərin bilik və bacarığında kəsirlərin olması, məktəbin maddi bazası və sinifdəki şagirdlərin sayı ilə izah edir, digər qrupu isə həmin məsələni şagirdlərin özləri ilə onlarda biliyə qarşı marağını zəifləməsi ilə izah etməyə çalışırlar.

Son vaxtlar pedaqoji ədəbiyyatda göstərilir ki, şagirdlərin bilik və bacarığmdakı kəsrlər yalnız müəllimin metodik işindəki qüsurlardan irəli gəlir.[1]

Doğurdan da proqramın yüklənməsi, tələb olunan əyani vasitələrin məktəbdə olması, bəzi dərsliklə qeyri - kamilliyi, tək - tək şagirdlərdə oxumağa biliyə marağın zəifləməsi müəllimin metodik işindəki qüsurlar və s. şagirdlərin bilik və bacarığında nöqsanların olmasına şərait yaradır. Lakin bu saydığımız nöqsanlar ayrılıqda şagirdlərin bilik və bacarığmdakı qüsurları gərginləşdirən yeganə amil deyildir. Çünki eyni proqram və dərslik əsasında işləyən bir müəllim təlimdə böyük müvəffəqiyyət əldə etməkdə çətinlik çəkir. Eyni məktəbdə eyni maddi bazadan əyani vasitədən istifadə edən müəllimlər təlim işində eyni göstəricilər əldə etmirlər.

Təcrübələr göstərir ki, bu saydığımız amillər təlim keyfiyyətini yüksəltmək üçün nə qədər zəruri olsada həlledici deyildir.[2]

Təlim işində böyük müvəffəqiyyətlər qazanmaq üçün yuxarıda göstərilən amillərlə yanaşı, müəllimin metodik işinin səviyyəsinin yüksəltməyin, onu tapmağın böyük əhəmiyyəti

vardır. Şagirdlərin bilik və bacarığını aşkara çıxartmaq üçün dərsin mövcud imkanlarından istifadə etmək lazımdır.[3]

Belə imkanlar ev tapşırığının yoxlanılmasında da vardır. Ev tapşırıqlarının yoxlanılması müxtəlif formalarda aparılır. Sorğu bütün sinif üzrə yox şagirdlərdən soruşmaq yolu ilə və s. sorğunun hansı formada aparılmasından asılı olmayaraq müəllimi bir sual düşündürməlidir: az vaxt ərzində sinifdəki bütün yaxud əksər şagirdlərin bilik və bacarığım yoxlamaq. Eyni sözləri yeni biliyin və bacarığın öyrənilməsi haqqında söyləmək olar. Qabaqcıl müəllimlər heç də şagirdlərə sadəcə olaraq yeni bilik və bacarıq verməklə kifayətlənmir. Bu bilik və bacarığı onlara öyrədir, onların necə düşündüklərini, materialı necə mənimsədiklərini tez - tez nəzarət edir, nədə çətinlik çəkdiklərini aşkara çıxarır, lazımi köməklik göstərir. Bir sözlə qabaqcıl müəllimlərin dərsini səciyyələndirən başlıca cəhətlərdən biri dərsin əvvəlindən axırmadək bütün şagirdlərin bilik və bacarıqlarının keyfiyyətini aşkara çıxartmaq, onların necə düşündüklərini müəyyənləşdirmək və tədris fəaliyyətlərinə rəhbərlik etmələridir. Ayrı - ayrı sual və tapşırıq üzrə dərs ərzində müəllim nə qədər çox şagirdin fəaliyyətinə nəzarət edərsə, şagirdlərin əqli və əməli fəaliyyətlərinə bir o qədər yaxşı rəhbərlik edər, tədris işinin səviyyəsi bir o qədər yüksək olur, onun fənni üzrə şagirdlərin bilik və bacarıq səviyyələri bir o qədər yüksək olur: əks halda isə şagirdlərin bilik və bacarıq səviyyələri bir o qədər aşağı olur.

Qabaqcıl müəllim şərh və ya izah zamanı şagirdlərə tədris materialını sadəcə olaraq təqdim etmir, bu materialın bütün şagirdlər tərəfindən necə mənimsənildiyini, necə başa düşüldüyünü yoxlayır, yadlarında nəyin qalıb - qalmadığını müəyyənləşdirir. Başqa sözlə bu həm yeni tədris materialının bütün şagirdlər tərəfindən şüurlu mənimsənildiyinə, həm köhnə bilik və bacarıqların şüurlu və möhkəm mənimsənilməsinə nümunə olaraq nəzarət edilməsi şagirdlərin bilik və bacarığından nöqsanların vaxtında aşkara çıxarılması onların əqli və əmək fəaliyyətlərinə konkret rəhbərlik etmək, tədris fəaliyyətlərini hərəkətə gətirmək üçün müəllimə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Əlizadə Ə.Ə. Yeni pedaqoji təfəkkür: psixo-pedaqogikaya giriş. Bakı ADPU, 2008.
2. İsmayılov İ.N. Fizika təlimində innovasiya texnologiyasının əsas komponentləri və səciyyəvi xüsusiyyətləri. Təhsildə İKT. Elmi-metodik Jurnal, Bakı 2011 № 2.
3. Orucov V.Ö. Fizikanın tədrisi metodikasının aktual problemləri. Bakı Nurlan, 2007.

Резюме

Продвинутый преподаватель не просто предъявляет учебный материал учащимся при объяснении или объяснении, он проверяет, насколько этот материал усвоен и понят всеми учащимися, и определяет, что осталось в их памяти. Иными словами, это пример наблюдения за осознанным усвоением всеми учащимися нового учебного материала, а также за осознанным и прочным усвоением старых знаний и умений, своевременного выявления недостатков в знаниях и умениях учащихся, дачи конкретных ориентиров их умственной и трудовой деятельности, а также позволяет учителю привести в движение учебную деятельность.

Summary

An advanced teacher does not simply present the teaching material to the students during the explanation or explanation, he checks how this material has been mastered and understood by all the students, and determines what is left in their memory. In other words, it is an example of monitoring the conscious assimilation of new teaching material by all students, as well as the conscious and solid assimilation of old knowledge and skills, timely

revealing of deficiencies in students' knowledge and skills, giving concrete guidance to their mental and work activities, and enabling the teacher to set teaching activities in motion. gives

MEXANİKA VƏ DALĞA FİZİKASI XIX ƏSRİN BİRİNCİ YARISINDA

Prof. Quliyev M.S.., dos.Hüseynov R.K., dos.İmanov R.M., İmanova A.R., Dəmirova Ə.Y.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: cüt qüvvələr, dalğalar sistemi, super pozisiya prinsipi, interferensiya, işığın polyarlaşması, variasiya prinsipi

Ключевые слова: парные силы, волновая система, принцип суперпозиции, интерференция, поляризация света, вариационный принцип

Key words: pair forces, wave system, superposition principle, interference, light polarization, variational principle

XIX əsrin əvvəllərində mexanikanın inkişafında bir çox rus və avropa riyaziyyatçı və fiziklərinin xidmətləri danılmazdır. Rus alimlərindən M.V.Ostroqradski (1801 – 1862), P.L.Çebışev (1821 – 1894), A.M.Lyapunov (1857 – 1918) və b. adlarını xüsusilə qeyd etmək lazımdır.

1803-cü ildə «Statika elementləri» əsərini çap etdirən Lui Puanson bu əsərində cüt qüvvələrin toplanması qaydasını və cüt qüvvələr cismə təsir etdikdə onun tarazlıq şərtinin ümumi qanunauyğunluqlarını vermişdir. Bununla da, Puasson, dinamikaya «cüt qüvvələr» anlayışını daxil etmiş oldu.

1811-ci ildə Puassonun (1781 – 1840) yeni kitabı - «Mexanika haqqında traktat» əsəri çapdan çıxmışdır. Bu traktatda Puasson bir çox misal və məsələlər üzərində Laqranj ənənələrini davam etdirmişdir.

Riyaziyyatçı Jan Viktor Ponsele mexanikada birinci olaraq iş anlayışından istifadə etmişdir. Bu anlayış, Qaspar Qustov Kariolisun 1829-cu ildə çap etdirdiyi «Bərk cisimlər mexanikasına aid traktat» əsərində də öz əksini tapmışdır. Bu əsəri ilə Kariolis fizikaya «fırlanan sistemdə hərəkət edən cismin təcili» və buna uyğun «inersiya qüvvəsi» terminlərini də daxil etmişdir.

1829-cu ildə məşhur alman riyaziyyatçısı K.F.Qaussun «Dinamikanın yeni bir ümumi prinsipi» əsəri mexanikaya ən kiçik təsir prinsipi ideyasını gətirmişdir. Qaussun bu ideyaları irland riyaziyyatçısı və fiziki Uilyam Royan Hamilton ən kiçik təsirin variasiya prinsipinə aid işlərində davam etdirilir. Hamilton dinamika ilə yanaşı dalğa optikasına aid tədqiqatlarının nəticəsi olan «Dalğalar sisteminin nəzəriyyəsi» (1827 – 1832) əsəri vasitəsilə optika və mexanika arasında analogiya yaratmış yeganə alimdir.

Hamiltonun dinamika sahəsində ideyaları rus alimi B. S. Yakobinin doğma qardaşı K. Q. Yakobinin «Dinamikaya aid mühazirələr» əsərində inkişaf etdirilərək Hamilton-Yakobi nəzəriyyəsinin yaranmasına zəmin yaratmışdır.

XIX əsrin əvvəllərində mexanika ilə yanaşı dalğa optikasının da inkişaf etməsinə baxmayaraq, burada inkişaf mexanika sahəsində olduğu kimi ümumi qanunauyğunluq və müəyyən bir ardıcıllıqla baş vermirdi. Dalğa optikası polyarlaşma hadisəsinin kəşfi və Frenelin tədqiqatları nəticəsində yeni bir vüsətlə inkişaf etməyə başladı

İki yaşında oxumağı öyrənmiş, doqquz yaşında latın və yunan dillərini mənimsəmiş, on dörd yaşında isə artıq o dili mükəmməl bilən Tomas Yunq tibb elminə böyük maraq

göstərmiş, 1793-cü ildə fizioloji optikaya aid «Görmə prosesi üzərində müşahidələr» əsərini yazaraq, 1795-ci ildə tibb elmləri doktoru adına layiq görülmüşdür. Daha sonra dalğa optikası ilə məşğul olan Yunq, 1800-cü ildə dalğaların superpozisiya prinsipini verməklə işığın interferensiyası hadisəsini izah etmiş, fizikaya «interferensiya» terminini və onun şərəfinə «Yunq modulu» adı ilə tanınan elastiklik nəzəriyyəsinn əsas sabitini daxil etmişdir.

Dalğa optikasının inkişafında Eten-Lui Malyusun xüsusi xidmətləri olmuşdur. Mühəndis məktəbinin tələbəsi olan Malyus, müharibə ilə əlaqədar hərbi xidmətə çağırılmış, müharibədə onun texniki talantı tez bir zamanda hiss edildiyindən, o, Politexnik məktəbinə göndərilmiş və oranı 1796-cı ildə bitirmişdir

Həndəsi optikanın banisi sayılan və elmə «işığın polyarlaşması» terminini gətirmiş Malyusun, müharibənin vurduğu ağır yaralardan zəifləmiş orqanizmi vərəm xəstəliyinə müqavimət göstərə bilməmiş və o, gənc yaşlarında ikən vəfat etmişdir.

Polyarlaşma hadisəsinin kəşfi işığın korpuskulyar nəzəriyyəsinin tərəfdarlarını ruhlandıraraq dalğa optikası sahəsində yeni nailiyyətlərə sövq etmişdir. Belə ki, Laplas biroxlu kristallarda işığın ikiqat sınma nəzəriyyəsini yaratmış, Bio bu nəzəriyyəni inkişaf etdirərək, onu ikioxlu kristallara şamil etmişdir; Araqo biroxlu kristallarda xromatik polyarlaşma hadisəsini kəşf etmiş, Bio bu hadisəni əvvəlcə biroxlu, daha sonra ikioxlu kristallarda kəşf edərək (1813 – 1814), 1815-ci ildə polyarlaşmış müstəvinin fırlanma qanununu vermişdir.

Fransua Dominik Araqonun dalğa optikası sahəsində dalğa nəzəriyysinin inkişafı və təbliğ edilməsində çox böyük xidmətləri olmuşdur. Onun köməkliyi sayəsində 1816-cı ildə Parisə gələn Frenel on ay ərzində difraksiya və intrferensiyaya aid bir sıra təcrübələr aparır.

1818-ci ildə «Kimya və fizika salnaməsi» jurnalında Yerin öz oxu ətrafında hərəkətinin optik hadisələrə təsiri haqqında Frenelin Araqoya yazdığı məktubunun fizikanın inkişaf tarixində böyük rolu olmuşdur. Araqo, ulduzun zenit məsafələri arasındakı məsafələri ölçməklə bu analogiyanı müəyyən etməyə çalışmış, lakin belə bir əlaqənin mövcüdlüğünü görə bilməmişdir. Araqo tərəfindən aparılan ölçmələr Frenelə dalğa nəzəriyyəsi əsasında Yerin fırlanma hərəkətinin işığı sındıran mühitdə onun yayılmasına təsirini öyrənməyə imkan verdi.

Optikanın inkişafında böyük rol oynamış digər alim, Frenelin müasiri Yozef Fraunhofer olmuşdur. Kasıb ailədə dünyaya göz açan Yozef, kiçik yaşlarından işləmək məcburiyyətində qalır. Emalatxanada baş verən yanğın nəticəsində bir neçə ailə tələf olur, Yozef isə çox ağır vəziyyətdə qırıntılar altından çıxarılır. Hər iki valideynini itirmiş Yozefi bankir Utsşneyder öz himayəsinə götürür. İşləyə-işləyə təhsil alan Yozef 1806-ci ildə Optika-mexanika institutuna daxil olur. Bacarıq və qabiliyyəti nəticəsində o, tez bir zamanda özünə nüfuz qazanır: bir ildən sonra – 1807-ci ildə həmin institutun optiki, iki ildən sonra institutun aid olduğu Reyxenbax firmasının şəriki, daha iki ildən sonra isə bavariya optika sənayesinin başçısı olur. Beləliklə, çətin bir həyat yolu keçmiş Fraunhofer dünya optika firmasının başçısı, professor və akademik kimi yüksəkliklərə qalxmışdır.

Optika sahəsində edilən iki kəşf Fraunhoferin adını həmişəlik olaraq əbədiləşdirmişdir:

1) 1802-ci ildə Bollaston Günəş spektrində yeddi qaranlıq xətlərin varlığını müşahidə etmişdir. Bu xətlər 1817-ci ildə Fraunhofer tərəfindən hərtərəfli öyrənilmiş və bu təcrübələr nəticəsində fizikaya onun şərəfinə «fraunhofer xətləri» adlandırılan termin daxil edilmişdir.

2) ikinci fundamental kəşfi paralel şüaların difraksiya hadisəsi və difraksiya qəfəsinin yaradılması ilə bağlıdır. Lakin difarksiya qəfəsinin dalğa nəzəriyyəsi Şverdin monoqrafiyasında - Fraunhoferin ölümündən 9 il sonra verilmişdir. Beləliklə, bütün bunlar Fraunhoferi spektroskopiyanın inkişafı sahəsində Kirxhov və Bunzenin kəşfləri üçün zəmin yaratmış saymağa əsas verir.

Ədəbiyyat

1. Спасский Б.И. История физики. ч. 1–4 , изд.,МГУ, 1964
2. Арнольд В.И. Математические методы классической механики, 2 – е изд. М. 1979
3. N.M.Qocayev “Optika” IV cild, Bakı, 2011
4. N.İ.Quliyev., R.K.Hüseynov., İ.M.Məmmədov., S.K.Rüstəmova “Fizikanın inkişaf tarixi” Gəncə, 2019

Резюме

Здесь последовательно анализируется хронология развития как механики, так и волновой оптики в начале XIX века. Явление интерференции света было объяснено с помощью принципа суперпозиции волн, и было отмечено, что в физике есть термин «интерференция» и основная константа теории упругости.

Summary

Here, the chronology of the development of both mechanics and wave optics at the beginning of the 19th century is analyzed sequentially. The phenomenon of light interference was explained using the principle of superposition of waves, and it was noted that in physics there is the term "interference" and the main constant of the theory of elasticity.

MEXANİKA VƏ MOLEKULYAR FİZİKA XVIII ƏSRDƏ

dos.Hüseynov R.K[1].,dos.İmanov R.M[1]., İmanova A.R.[1].,
Dəmirova Ə.Y[1] , Yusubova L.E.[2]
Gəncə Dövlət Universiteti
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Açar sözlər: Nyuton nəzəriyyəsi, Dalamber prinsipi, qaz termometri, Linney şkalası, Buz kalorimetri, diferensial və inteqral hesablama metodları

Ключевые слова: теория Ньютона, принцип Даламбера, газовый термометр, шкала Линнея, ледяной калориметр, методы дифференциального и интегрального исчисления.

Key words: Newton's theory, d'Alembert's principle, gas thermometer, Linnean scale, ice calorimeter, methods of differential and integral calculus.

Nyuton tərəfindən formalaşdırılmış klassik mexanikaya XVIII əsrdə diferensial və inteqral hesablama metodlarının daxil edilməsi ilə onun analitik mexanikaya çevrilməsində Peterburq EA-nın akademiki **Leonard Eylerin** və Paris EA-nın akademiki **Jozef Lui Laqranjın** (1736 – 1813) böyük xidmətləri olmuşdur.

Eylerin 2 cildlik «Mexanika» əsəri 1736-cı ildə Peterburqda, «Bərk cisimlərin hərəkət nəzəriyyəsi» əsəri isə 1765-ci ildə Rostokda və Qreyfsfaldda çapdan çıxmışdır. Eyler, ilk dəfə olaraq mexanikanı hərəkət haqqında elm, qüvvələrin tarazlığından bəhs edən bölməni isə «statika» adlandırmışdır.

XVIII əsrdə mexanikada iki istiqamət mövcud idi: kartezianlar və nyutonianlar. Kartezian dünyagörüşünün doğruluğu fransız astronomları **Pikara** (1620 – 1682) və **Kassini** (1677 – 1756) tərəfindən aparılan hesablamalarla sübut olunmasına baxmayaraq, Yerin forması haqqında diskussiyalar, dünyanın Dekart və Nyutona görə təsəvvürləri XVIII əsrdə səngimək bilmirdi. 1733-cü ildə Yerin formasına həsr olunmuş altı elmi iş çap edilmişdir. Bu

fikir müxtəlifliyini aradan qaldırmaq məqsədi ilə Paris Elmlər Akademiyası 1736-cı ilin yayında akademik **Piyer Mopertüinin** (1698 – 1759) başçılığı altında Laplandiyaya ekspedisiya göndərir. Bu ekspedisiyada cavan riyaziyyatçı **Aleksis Klod Klero** da (1713 – 1765) iştirak edirdi. Ekspedisiya 15 aydan sonra - 1737-ci ilin sentyabr ayında geri dönür və nyuton nəzəriyyəsinin doğruluğunu söyləyir. Kleronun 1743-cü ildə yazdığı «Yerin formasının nəzəriyyəsi» adlı klassik əsəri də buna əyani sübutdur. Kleronun Peterburq Elmlər Akademiyası tərəfindən elan edilmiş müsabiqəyə göndərdiyi «Ay hərəkətinin nəzəriyyəsi……» və Qalleya kometasının hərəkətinin təhlilinə həsr olunmuş əsərləri Nyuton nəzəriyyəsinin inkişafında böyük rol oynamışdır. Onun birinci əsəri akademiyanın birinci mükafatına layiq görülərək 1752-ci ildə, ikinci əsəri isə müsabiqədə yüksək qiymətləndirilərək 1762-ci ildə çap olunmuşdur.

XVIII əsr həm Nyuton mexanikası metodlarının islahatı əsri kimi, həm də Nyuton qanunlarına ekvivalent olan mexanikanın ümumi prinsiplərinin axtarılması əsri kimi də qiymətləndirilə bilər. Bu axtarışların nəticəsi olaraq, statikada Dalamber prinsipi, dinamikada Mopertyü-Eylerin ən kiçik təsirlər prinsipi kəşf olunmuşdur. Bu prinsiplər əsasında Laqranj analitik mexanikanı tamamlanmış sistem kimi yaratmış oldu.

Laqranjın «Analitik mexanika» əsəri iki hissədən – statika və dinamikadan ibarətdir.

Laqranj statikanı üç prinsip - lingin prinsipi, qüvvələrin toplanması prinsipi və virtual sürətlər prinsipləri üzərində qurulan elm, dinamikanı isə böyüyən və kiçilən qüvvələrdən və onların yaratdığı dəyişən hərəkətlərdən ibarət olan elm adlandırmışdır.

Laqranj klassik mexanikanın analitik metodlarını yaratmış, mexanikanın sərhədlərindən kənara çıxan Laqranj tənliklərini vermişdir. Müasir dövrdə nəzəri fizikada istifadə edilən Laqranj tənlikləri təkcə mexanika üçün deyil, termodinamika, elektrodinamika və atom fizikasında da əvəzolunmaz hesab olunur.

Laqranj tənlikləri ilə nəzəri mexanika əsaslarının yaranma dövrünü sona çatmış hesab etmək olar.

Əgər XVIII əsrdə mexanika təbiətşünaslığın kamil bir bölməsi kimi formalaşmışdısa, molekulyar fizika sahəsində ancaq ilk tədqiqatlar aparılırdı. İstilik hərəkətinin öyrənilməsinə hələ XVII əsrdə Heriko tərəfindən cəhdlər edilmiş, bu da öz növbəsində ilk termometrlərin yaranması üçün zəmin olmuşdur. Farengey, Deli, Lomonosov, Reomer və Selsinin yaratdığı termometrlərin bir-birindən quruluş xüsusiyyətlərinə görə fərqlənmələrinə baxmayaraq, bu termometrlər iki sabit nöqtəli termometr tipinin yaranması üçün atılan ilk addımlar idi.

1703-cü ildə Paris EA-sının akademiki **Amonton** (1663 – 1705) sabit həcmli qaz çəninə birləşmiş monometrik boru ilə temperaturu ölçə bilən qaz termometrini yaratmışdır. Müasir civə termometrlərinin prototipi olan bu termometrdən praktik məqsədlər üçün istifadə etmək qeyri-mümkün olduğu üçün, 1709-cu ildə Qdansklı şüşəüfürən **Farenqeyt** (1686 – 1736) tərəfindən əvvəlcə sabit nöqtələrə malik spirt termometri, sonra isə 1714-cü ildə civə termometrləri yaradıldı. Onun termometrlərində 32º suyun donma nöqtəsinə, 212º suyun qaynama nöqtəsinə, «0» isə su, buz, naşatırdan (və ya duzdan) ibarət qarışığın donma nöqtəsinə uyğun gəlirdi.

Fransız zooloqu və metallurqu **Reomer** (1683 – 1757) isə termometrlərdə «0» nöqtəsi olaraq suyun donma temperaturunun götürülməsi fikrini irəli sürür. Onun yaratdığı termometrlərdə ikinci nöqtə olaraq suyun qaynama temperaturu götürülmuş və bu nöqtə 80 rəqəmi ilə göstərilmişdir. Öz termometrinin geniş şərhini Reomer 1730 və 1731-ci illərdə Paris EA-nın jurnalında çap edilmiş məqalələrində vermişdir.

Reomer termometri isveç astronomu **Selsi** (1701 – 174) tərəfindən 1742-ci ildə hərtərəfli yoxlanıldıqdan sonra o, suyun qaynama temperaturunun təzyiqdən asılı olaraq

dəyişdiyini görmüş və 80 rəqəmi əvəzinə 100 götürmək qənaətinə gəlmişdir. Tarixçilər yazır ki, isveç botaniki **Karl Linney** (1707 – 1788) Selsidən əvvəl öz tədqiqatlarında buzun ərimə temperaturu «0», suyun qaynama temperaturu «100» olan tepmometrlərdən istifadə etmişdir. Müasir dövrdə bizim istifadə etdiyimiz Selsi şkalası həqiqətdə Linney şkalasıdır.

Beləliklə, XVIII əsrdə termometrin kəşfi molekulyar fizika sahəsinin inkişafına təkan verən faktorlardan biri olmuşdur. Bununla da termometrlərdən praktikada geniş istifadə edilərək istilik genişlənməsi hadisələri hərtərəfli öyrənilmişdi. Bu sahədə **Laplas** və **Lavuazyenin** istilik fizikasına aid təcrübələri böyük əhəmiyyət kəsb edir.

O dövrdə «istilik kəmiyyətləri», «istilik dərəcəsi» və buna oxşar digər terminlərdən geniş istifadə olunmasına baxmayaraq, temperatur ilə istilik kəmiyyətləri arasındakı fərqi bir-birindən ayırd etmək mümkün olmurdu. Bu terminlər arasındakı fərqin ilk izahı 1755-ci ildə **Lambert** (1728 – 1777) tərəfindən verilmiş, lakin müasirləri arasında düzgun başa düşülməmişdir.

Molekulyar fizika sahəsində kalorimetrik təcrübələrin aparılması və müxtəlif temperaturlu bir neçə maddə qarışığının temperaturunun təyin edilməsində **Q.V.Rixmanın** (1711 – 1753), isveç akademiki **İohan Vilkenin** (1732 – 1796) və şotland kimyaçısı **Cozef Blekin** (1728 - 1799) böyük əmək̇ləri olmuşdur. Bu müəlliflər arasında yalnız Blek 1803-cü ildə çap etdirdiyi əsərində istilik kəmiyyəti və tempratur terminlərini düzgün izah etmiş və elmə «istilik tutumu» terminini gətirmişdir. Bundan təqribən 50 il sonra istilik kəmiyyəti qiymətləndirilərək «kalori» adlandırılmışdır. Lavuazye və Laplas 1777-ci ildə buz kalorimetri düzəldərək müxtəlif cisimlərin xüsusi istilik tutumlarını təyin etmişlər.

Beləliklə, XVIII əsrdə mexanika sahəsində olduğu kimi, molekulyar fizika sahəsində də bir çox ixtiralar edilmiş və istiliyin elmi nəzəriyyəsi yaradılmışdır.

Ədəbiyyat

1.Спасский Б.И. История физики. ч. 1 – 4 , изд.,МГУ, 1964
2.Арнольд В.И. Математические методы классической механики, 2 – е изд. М. 1979
3.Аристотель. Физика, том I, 2007
4.N.İ.Quliyev., R.K.Hüseynov., İ.M.Məmmədov., S.K.Rüstəmova “Fizikanın inkişaf tarixi” Gəncə, 2019

Резюме

Здесь XVIII век оценивался и как век реформы ньютоновских методов механики, и как век поиска общих принципов механики, эквивалентных законам Ньютона. В результате этих поисков были открыты принцип Даламбера в статике и принцип наименьшего влияния Моперти-Эйлера в динамике. Были также исследованы исследования, проводимые в области молекулярной физики, и была создана научная теория тепла.

Summary

Here the 18th century was regarded both as the century of the reform of Newtonian methods of mechanics and as the century of the search for general principles of mechanics equivalent to Newton's laws. As a result of these searches, the d'Alembert principle in statics and the Mauperty-Euler principle of least influence in dynamics were discovered. The research being done in the field of molecular physics was also investigated and a scientific theory of heat was created.

FİZİKA KURSUNUN TƏDRİSİNDƏ İNTEQRASİYA VƏ ONUN PSİXOLOJİ – PEDAQOJİ ƏSASLARI

dos.Hüseynov R.K[1]., Aslanova L.S[1]., Hüseynova A.V[2]., Yusubova L.E[3]
Gəncə Dövlət Universiteti
Gəncə - Daşkəsən Regional Təhsil İdarəsi
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

Açar sözlər: fənndaxili inteqrasiya, assosiativ – reflektor təbiət təlimi, lokal və xüsusi sistemli assosiasiyalar, inteqrativ təlim, fərdi iş planı, professional səviyyə

Ключевые слова: междисциплинарная интеграция, ассоциативно-рефлексивный характер обучения, локальные и специальные системные объединения, интегративное обучение, индивидуальный план работы, профессиональный уровень

Key words: interdisciplinary integration, associative-reflexive nature of learning, local and special system associations, integrative learning, individual work plan, professional level

Fənlərin əlaqəli, inteqrativ təlimi prosesi zamanı şagirdlərin məntiqi təfəkkürünün inkişafında bir – birinə yaxın olan fənlərin və fəndaxili mövzuların dərindən öyrənilməsi kompleks yanaşmanın əsasını təşkil edir. Müasir tam orta təhsilin üstünlük verdiyi məqsəd şagirdin şəxsiyyətinin inkişaf etdirilməsidir. Bu məqsəd təlim prosesinin humanistləşdirilməsi, şagirdin əsaslı inkişafı üçün potensialın yaradılması ilə əldə olunur. Bu məqsədə çatmaq üçün inteqrasiya əsasında təlimdən istifadə olunmalıdır. Təhsildə inteqrasiya prosesləri – psixoloji və pedaqoji baxımdan təhlili zəruri olan, kifayət qədər mürəkkəb, göstəricilərinin müxtəlifliyinə görə kompleks və hərtərəfli bir anlayışdır. İnteqrasiya əsasında təlimin əsas məqsədi dünya haqqında bütöv təsəvvür yaratmaqla şagirdlərin əqli inkişafının təmin edilməsi ilə bağlıdır, buna görə də biliklərin psixofizioloji əsaslarını, uşaqlıqda əsas təfəkkür fəaliyyətinin inkişafının faktiki xüsusiyyətləri haqqında dəqiq təsəvvürləri müəyyənləşdirmək lazımdır. Təlimin nəzəri və praktik əsaslarının təhlili göstərir ki, bilikləri qavrama mexanizminin və onların inteqrasiya prosesi, iki psixoloji konsepsiyaya: əqli fəaliyyətin mərhələli formalaşması nəzəriyyəsi və əqli fəaliyyətin assosiativ-reflektor təbiəti təliminə söykənir.

Bu konsepsiya yeni biliklərin formalaşma mexanizmini başa salır, öyrədilən şəxsin həyata keçirdiyi ardıcıl fəaliyyətin (maddi şəkildə olan obyektlə fəaliyyət, xarici nitq şəklində fəaliyyət, özü haqqında xarici nitq, daxili nitq düşüncə fəaliyyəti kimi) inteqrasiya sayəsində ətraf mühitdən alınmış obyektiv informasiya şağırdin beyninə həkk olunaraq onu zənginləşdirir. Konsepsiya biliklərin sintezinə, əlaqələrin yaranmasına və onların təlim prosesində sisteminə psixoloji tərəfdən açıqlama verir. Y.A.Samarin tərəfindən tədqiq olunmuş əqli fəaliyyətin assosiativ-reflektor təbiətinin psixofizioloji nəzəriyyəsi inteqrasiya proseslərinin özünü büruzə verməsinə yönəlmişdir. Assosiativ təfəkkür haqqında nəzəriyyənin əsasını müəllifin – hər bir bilik assosiativdir, biliklər sistemi isə assosiasiyalar sistemidir – fikri təşkil edir. Təqdim olunmuş təsnifata əsasən təlim prosesində yaranan assosiasiyalar (assosiasiya latın dilindən tərcümədə «birləşdirmək» deməkdir) pillə-pillə çətinləşən bir neçə növə ayrılırlar: lokal, xüsusi sistemli, daxili sistemli və sistemarası. İnteqrativ əlaqələr elementar hissələrə bölünməyərək daha sadə olur. Y.A.Samarinin xüsusi sistemli assosasiyalar adlandırdığı sistemli assosiasiyalar səviyyəsində isə assosasiyalar konkret mövzu və ya cisim, anlayış haqqında materialın öyrənilməsi zamanı yeni faktlar və anlayışlar daha əvvəl əldə edilmiş faktlarla müqayisə olunanda yaranır. Bununla da, biliklərin ən adi ümumiləşdirilməsi baş verir, lakin bir - birinə yaxın biliklərlə uyğun gəlmirlər. Bu mərhələdə şağirdlərdə analitik-sintetik fəaliyyət növu yaranır. Dərs mövzusunun, kursun bölmələri

arasında yaranan səbəb-nəticə, zaman, kəmiyyət əlaqələrini özündə əks etdirən və bu zaman öyrənilən obyekt çərçivəsində biliklərdən geniş istifadə olunan inteqrasiya əlaqələrini tam bilik sistemini (bioloji, fiziki və s.) təmin edən fəndaxili assosasiyalar adlandırırlar. Sistemli assosasiyaların yüksək mərhələsi və buna uyğun olaraq, əqli fəaliyyətin yüksək pilləsi müxtəlif didaktik materialların arasında yaranan əlaqədir, və ya sistemlərarası assosasiya, müxtəlif bilik sistemlərini birləşdirir, ümumiləşdirir, cisim və ya hadisənin müxtəlif rakurslardan öyrənilməsinə imkan verir. Bu assosiasiyalar mərhələsində ümumi anlayışlar yaranır, müxtəlif bilik sahələrinin qovuşmasında qarşılıqlı əlaqələrin yaranmasına şərait yaranır. Beləliklə, assosasiyaların inteqrasiyasının inkişafı dinamikasının təməli qoyulmuş: lokal və xüsusi sistemli assosasiyalar fəndaxili assosasiyaların əsasını təşkil edir, sonuncu isə öz növbəsində fənlərarası assosiasiyaları yaradır.

Beləliklə, elmi ixtisas ədəbiyyatının təhlili göstərir ki, bu gun heç bir pedaqoji lüğətdə, pedaqoji ensiklopediyada və ya məlumat kitabçasında «inteqrasiya» anlayışının tərifi yoxdur, halbuki pedaqoji və metodik ədəbiyyatda kökündə «inteqrasiya» sözü olan çox sayda terminlərdən geniş istifadə olunur. Məsələn, inteqrasiya olunmuş və inteqrativ kurslar, inteqrasiyalı təlim, inteqrasiya əsasında dərs və s. Lakin bu gün bir sıra pedaqoji tədqiqatlarda alimlər pedaqoji inteqrasiya fenomeninə tərif verməyə çalışırlar: İnteqrasiya – «bir-biri ilə üzvi əlaqədə olan, ətraf mühitə analoji olaraq yaradılan dərs fənlərinin sistemidir...». İnteqrasiyanın əsasını – dünyada hər şey bir-biri ilə əlaqədədir, «asılı olmayan» heç nə yoxdur – aksiomu təşkil edir. İnteqrasiya – «sistemin böyük orqanik vəhdətə doğru hərəkət etməsidir». İnteqrasiya – «bilik və bacarıqların bütövlüyünü təmin etməyə yönəldilmişdir». İnteqrasiya – «təbiət qanunlarının ümumilik və vəhdət, subyekt tərəfindən dünyanın tam dərk etməsi əsasında təhsil məzmununun təşkilinin aparıcı formasıdır». İnteqrasiya - «müəyyən fənnlərin sərbəst bir sistemdə sintez olunması, məqsədyönlü birləşməsidir». Yuxarıda aparılan müqayisə nəticəsində meydana çıxan əlamətlərin obyektiv nəzəri qiyməti bizə özümüzün pedaqogikada «inteqrasiya»nın tərifini verməyə əsas verir. Odur ki, pedaqoji inteqrasiyanı biz şagirdlərin özlərini inkişafa aparan təhsil sistemi çərçivəsində təlimin məzmun, forma və metodlarının eynitipli hissələrinin və elementlərinin məqsədyönlü təşkil olunmuş strukturlu əlaqəsi kimi səciyyələndirə bilərik.

Müasir təlimin inteqrasiya əsasında təşkili məhz təhsilin kurikulum modelinin tətbiqi zamanı mümkündür. Kurikulumun nəzəri problemlərindən biri onun növlərinə görə təsnif olunmuşdur. Bu məsələdən bəhs edən alimlərin fikrincə, kurikulumların növləri barədə yekdil fikir yoxdur. Bu da ondan irəli gəlir ki, kurikulumları təsnif edərkən ona müxtəlif prinsiplərlə yanaşılır: ya xarakterlərinə, ya təyinatına, ya da məzmun və strukturuna görə münasibət bildirirlər. Bütün məqamlarda elə kurikulumlar vardır ki, onlar ümumi ölkə səviyyəsində qəbul olunmaqla geniş miqyasda tətbiq edilir. Mahiyyət etibarı ilə belə kurikulumlar milli xarakter daşıyır və ona görə də Milli Kurikulum adlanır. Ayrı-ayrı fənlərin bütövlükdə xüsusiyyətlərini əhatə edən kurikulumlar isə fənn kurikulumları kimi tanınır və dəyərləndirilir. İnteqrasiya – müəyyən təhsil sistemi çərçivəsində şagirdlərin təfəkküründə dünyanın bütöv və bölünməz obrazını formalaşdırmaq, onları inkişafa və özünüinkişafa istiqamətləndirmək məqsədilə təlimin bütün məzmun komponentləri arasında struktur əlaqələri qurmaq və onları sistemləşdirməkdir. Müasir dünya təcrübəsində, əsasən, inteqrasiyanın iki səviyyəsi fərqləndirilir: Fəndaxili inteqrasiya – müəyyən bir fənnin aşıladığı an- layış, bilik və bacarıqların əlaqələndirilməsi – fənn daxilindəki faktların sistemləşdirilməsidir. Belə səviyyədə inteqrasiyanı verilmiş materialın ayrı-ayrı tədris vahidlərində cəmləşdirilməsi də hesab etmək olar. Fəndaxili inteqrasiya öz növbəsində həm üfüqi, həm də şaquli ola bilər. Təlimin məzmununun bu modelə uyğun sistemləşdirilməsi şagirdlərin təfəkküründə dünyanın bütöv və bölünməz obrazının yaradılması ilə yanaşı, həm də ümumelmi anlayışlar, kateqoriyalar və yanaşmalarla xarakterizə olunan yeni tip biliklərin

formalaşdırılmasına təkan verir. Fənlərarası inteqrasiya – iki və ya daha artıq fənnin əhatə etdiyi anlayış, bilik, bacarıq və prinsipin sintezidir. Bu inteqrasiya bir fənnə aid olan qanun, nəzəriyyə və metodların başqa bir fənnin öyrədilməsində istifadəsini nəzərdə tutur.

Ədəbiyyat

1. Ağamalıyev R. Azərbaycan təhsili XXI əsrə doğru: idarəetmə, prioritet, islahatlar. Bakı, 1998.
2. M. Murquzov, R. Abdurazaqov, R.Əliyev, D.Əliyeva. Fizika. Müəllim üçün siniflər üzrə metodik vəsaitlər. Bakı, 2014
3. Əlizadə Ə. Müasir Azərbaycan təhsilinin psixoloji problemləri. Bakı, 2008

Резюме

Интеграционные процессы в образовании – сложное и комплексное понятие, требующее анализа с психолого-педагогической точки зрения, достаточно сложное, в силу многообразия его показателей. В данной работе было определено, что основная цель обучения на основе интеграции связана с обеспечением психического развития учащихся путем создания целостного представления о мире, поэтому психофизиологические основы познания, собственно особенности развития выяснена основная мыслительная деятельность в детском возрасте.

Summary

Integration processes in education is a complex and complex concept that requires analysis from a psychological and pedagogical point of view, rather complex, due to the variety of its indicators. In this work, it was determined that the main goal of education based on integration is related to ensuring the mental development of students by creating a holistic view of the world, therefore, the psychophysiological foundations of cognition, the actual features of development, the main mental activity in childhood was clarified.

QEYRİ BİRCİNS ÇUBUQLARIN MƏXSUSİ RƏQSLƏRİNİN TƏDQİQİNİN DAYANIQLI SİSTEMİNDƏ ANALİZİ

Tağıyeva S.A.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: elastiklik, möhkəmlik, zərbələrə qarşı, davamlılıq, deformasiya, birqatlı və ikiqatlı çubuq, statiki və dinamiki yüklər, rəqs tezliyi, qeyri –bircins, dayanıqlıq

Ключевые слова: упругость, прочность, ударопрочность, долговечность, деформация, однослойный и двухслойный стержень, статические и динамические нагрузки, частота колебаний, неоднородность, устойчивость

Key words: elasticity, strength, impact resistance, durability, deformation, single-layer and double-layer rod, static and dynamic loads, oscillation frequency, heterogeneity, stability

Müasir texnikanın sürətli inkişaf etməsi onun qarşısında müəyyən tələblər qoyur. Bu tələblər nədən ibarətdir. Texnikada istifadə olunan materialların elastikliyi, möhkəmliyi, zərbələrə qarşı davamlılığı, dayanıqlığı, deformasiya olunma dərəcəsi onların seçimindən asılı

olan bir problemli məsələdir. Bu zaman fiziki parametrləri özündə yüksək halda həll edən müxtəlif və qeyri – bircins materiallardan hazırlanmış birqatlı və ikiqatlı çubuq konstruksiyalardan istifadə edilməsinə geniş tələbat vardır. Konstruksiya sistemli bu elementlərdən tez – tez istifadə edilməsi, onların statik və dinamiki yüklərin təsirindən dayanıqlıq və rəqsləri məsələlərin tədqiqi metodikaların işləndiyi zaman materialların real fiziki – mexaniki xassələrini və iş rejimini nəzərə almaqla öyrənilməsi zərurəti yaradır. Bu məsələni qeyri –bircinsliyin üzərində nəzərdən keçirək və onun halını öyrənək. Riyazi olaraq

$$f_2(z) = 1 + \beta_1 \frac{z}{h} + \beta_2 \frac{z^2}{h^2} \qquad (1)$$

$$f_2(x) = 1 + \alpha \frac{x}{\ell} \qquad (2)$$

olan hala baxaq [2.13]. Nəzərə alsaq rəqs tənliyi aşağıdakı kimi olar.

$$K_i I\left[\left(1+\alpha\frac{x}{\ell}\right)\frac{\partial^4 \upsilon}{\partial x^4} + 2\frac{a\partial^3 \upsilon}{\ell \partial x^3}\right] + m\frac{\partial^2 \upsilon}{\partial t^2} = 0 \qquad (3)$$

[2.24] tənliyinin ifadəsində Kİ uyğun olaraq təyin edilsə onda

$$K_1 I\left[\left(1+\alpha\frac{x}{\ell}\right)V^{IV}(x) + 2\frac{a}{\ell}V^{III}(x)\right] - m\omega^2 V(x) = 0 \qquad (4)$$

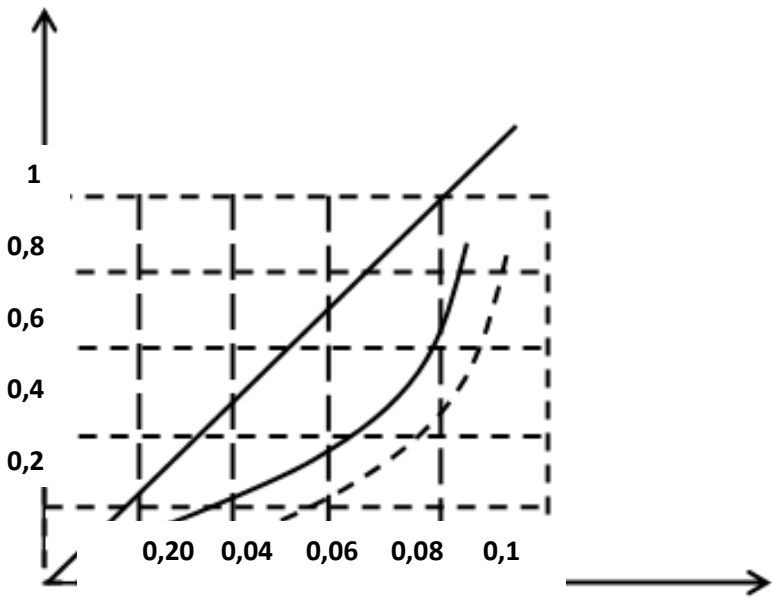
Bu çubuğun kənarının oynaqlara bərkidildiyi hal üçün həll olunan məsələdir. Məxsusi rəqs tezliyi üçün aşağıdakı formulu təyin etsək. Onda

$$\omega^2 = \left(\frac{\pi}{\ell}\right)^4 \frac{K_1 I}{m} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{2}\right)$$

və ya

$$\omega^2 = \omega_0^2 \cdot \varphi_2 \left(1 + \frac{\alpha}{2}\right)$$

Burada φ_2 $\omega^2 = \omega_0^2 \cdot \varphi_2$ ifadəsindən təyin olunursa onda qeyri – bircins materaillar üçün dayanıqlı halda bunu qrafiki formada hesablamalara aşağıdakı kimi əsasən göstərmək olar



Aparılan nəticələr üçün xüsusi halda hesablamalar aşağıdakı verilənlərə əsasən yerinə yetirilmişdir.

1) $\alpha = 0; \quad \beta_1 = 0; \quad \beta_2 = 0$

2) $\alpha = 1; \quad \beta_1 = 1; \quad \beta_2 = 1$

3) $\alpha = 2; \quad \beta_1 = 2; \quad \beta_2 = 2$

Aparılan bu məsələnin həlli ona imkan verir ki, bir çox hallarda qeyri – bircins materiallardan hazırlanmış bir və iki laylı çubuq konstruksiyaları müxtəlif dinamiki yüklərin təsiri altında və eyni zamanda müqavimət göstərən elastiki mühitlərdə işləmə qabiliyyətinə malikdirlər. Bu zaman elementlərin dinamiki dayanıqlığına və rəqsləri prosesinə müxtəlif parametrlərin təsirinin tətbiq edilməsi müasir texnikanın və inşaat mexanikiasının ən aktual məsələlərindən biridir.

Ədəbiyyat

1. G.S.Ramtekkar. Free vibration analysis of delaminated beams using mixed finite element model. Journal of sound and vibration. vol.328.№4.5. 2009P.428 - 440

2. Циглер Я.А. Основы теории устойчивости конструкции. Москва. Науки. 192 ст.

3. Сигивулнду И.А. Расчет инженерных конструкций на упругость основании. Москва. Высшая школа. 275 ст.

4. İsayev F.Q., Vəliyev S.M. Başlanğıc əyintisi olan qeyri – bircins çubuqların dayanıqlığı. “Tətbiqi mexanika”. Bakı, 2004

5. Араев И.Г. Инженерные методы исследования устойчивости тонкостенных конструкций. Москва. Стройиздат. 1990

6. www.injener.com.konctruksiya

Резюме

В настоящее время существует широкий спрос на применение однослойных и двухслойных стержневых конструкций из различных и неоднородных материалов, решающих физические параметры на высоком уровне. Частое использование этих элементов конструктивной системы, их устойчивость и колебания под действием

статических и динамических нагрузок обусловливают необходимость изучения реальных физико-механических свойств материалов и режима их работы при разработке методов.

Summary

At present, there is a wide demand for the use of single-layer and double-layer rod structures made of various and inhomogeneous materials that solve physical parameters at a high level. The frequent use of these elements of a structural system, their stability and fluctuations under the action of static and dynamic loads necessitate the study of the real physical and mechanical properties of materials and their mode of operation in the development of methods.

ELEKTROMAQNİT DALĞALARI MÖVZUSUNUN TƏDRİSİ METODİKASI.

Dos. Quliyev N.İ., P.f.d. Rüstəmova S.K., Zərbəliyeva V.S[2]., Novruzova G.N.[2]
Gəncə Dövlət Universiteti[1]
Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti[2]

Açar sözlər: maqnit sahəsi, vakuum, sürət, tezlik, dərslik, Pedaqoji problem, innovativlik, intedrativ, nümayiş təcrübələri, praktik işlər.

Ключевые слова: магнитное поле, вакуум, скорость, частота, учебник, Педагогическая задача, инновационность, интегративность, демонстрационные эксперименты, практические занятия.

Key words: magnetic field, vacuum, speed, frequency, textbook, Pedagogical task, innovativeness, integrativeness, demonstration experiments, practical classes.

Azərbaycanın təhsil sistemində zəruri islahatın aparıldığı bir şəraitdə tədris proqramlarının, materiallarının təkmilləşdirilməsinə, yeni dərsliklərin yazılmasına boyuk ehtiyac duyulur. Dunyada gedən qloballaşma və Azərbaycan təhsil sisteminin Avropa təhsil sisteminə inteqrasiyası təhsil sistemində yeni təlim texnologiyalarından, fəal və interaktiv təlim metodlarından, yeni texnologiyalardan istifad

ə edilməsini tələb edir. Bu tələblər fənlərin tədrisi prosesindən yan keçmir.

Bu baxımdan Fizika fənn standartlarının tələblərinə əsasən müxtəlif təbiətli rəqs və dalğaların fizikanın uyğun bölmələrində öyrənilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Belə ki, mexaniki rəqslər və dalğalar haqqında ilkin sistematik anlayışlar fizika tədrisinin birinci pilləsinin VII sinfində "Mexaniki rəqslər və dalğalar" fəslində verilir. Eyni mövzu daha dərindən və gücləndirilmiş riyazi aparatla fizika tədrisinin ikinci pilləsinin X sinfində öyrənilir. Elektromaqnit rəqslərinin xarakteristikası və xassələri haqqında məlumatların isə təlimin məzmun standartlarına əsasən XI sinifdə verilməsi nəzərdə tutulmuşdur. [1].

Elektriklənmiş cisimlər arasında qarşılıqlı təsiri məsafədən ötürən səbəbi təyin edə bilmək üçün tələb olunan zəruri şərtlərin müəyyənləşdirilməsinə aid araşdırmanın aparılması, elektrik yükünün - elektromaqnit sahəsi yaratmaq xassəsi olduğunu, elektrik yükünün xüsusiyyətləri və elementar zərrəciklərin mövcudluğu elektrodinamikanı fizikanın digər bölmələrindən fərqləndirmə, elektromaqnit sahəsi və onun təzahür formalarına dair nəzəri bilik və praktik bacarıqların genişləndirilməsi, elektriklənmiş cisimdə elektrik yüklərinin keçirici cismin səthində necə paylanmasını təyin edə bilmək üçün tələb olunan nəzəri araşdırmanın aparılması zəruridir.

Bu bölmənin təhlili çox böyük əhəmiyyətə malikdir. O, şox geniş hadisələri əhatə edir; elektrik və işıq hadisələri arasındakı rabitəni müəyyən edir, müxtəlif növ radiorabitəni, telemexanika, kampyuter texnikasını və s. XI sinif fizika kursunda "Elektromaqnit dalğaları" tədris vahidinin tədris edərkən, şagirdlərə "Maqnit sahəsi", "Elektromaqnit induksiyası", "rəqs konturu" mövzusunun tədrisindən başlamaq lazımdır. Elektromaqnit induksiya hadisəsi və öz-özünə induksiya hadisəsi göstərdi ki, zamana görə dəyişən maqnit sahəsi fəzada burulğanlı dəyişən elektrik sahəsi yaradır. İngilis alimi Ceyms Klerk Maksvel (1831-1879) 1873-cü ildə nəşr etdirdiyi məşhur "Elektrik və maqnetizm üzrə traktat" adlı əsərində belə bir fərziyyəni əsaslandırdı ki, burulğanlı elektrik sahəsi də fəzada dəyişən maqnit sahəsi yaradır. Bu zaman dəyişən maqnit və elektrik sahələrinin qüvvə xətləri biri digərini əhatə edir.

Rəqs konturu bəhsinin öyrənilməsində dəyişən cərəyanın təsirlərinin öyrənilməsindən başlamaq lazımdır. Dəyişən cərəyanla qidalanan elektromaqnitin yaxınlığında yerləşən dəmir lövhənin rəqsini xatırlatmaq olar. Bu iş sadə təcrübələrlə öyrənilə bilər. Həlqəvi keçiricinin yaxınlığında maqnit əqrəbi yerləşdirib, həlqəvi keçiricidə cərəyanı hər cür qapadıqda və ya cərəyan şiddətini dəyişdikdə maqnit əqrəbi hərəkətə gəlir. Birinci təcrübədə lövhənin rəqsi zamanı və ikinci təcrübədə maqnit əqrəbinin hərəkəti zamanı iş gürülür. Bu iş, həlqəvi keçiricidəki cəryanın enerjisi hesabına əmələ gəlir.

Bu təcrübələrlə, bölmənin aşağıdakı əsas qaydaları müəyyən edilir.

1. Enerji fəzada keçiricisiz yayıla bilər.
2. Enerjinin belə yayılması ancaq həlqəvi keçiricidə, cərəyan şiddətinin dəyişdiyi zaman əmələ gəlir. Cərəyan şiddətinin dəyişdiyi zaman enerjinin belə yayılması şüalanma adlanır.

Cərəyan şiddətinin dəyişməsi elektrik yeklərinin hərəkət təcili ilə əlaqədardır. Təcil böyük olduqdqa şüalanmada böyük olur. [3].

Yüklərin qərarlaşmış hərəkəti şüalanma ilə müşahidə olunmur. Həm sabit, həm də dəyişən cərəyanda enerjinin bir hissəsi coul istiliyinə sərf edilir. Xüsusi olaraq qeyd etmək lazımdır ki, dəyişən cərəyanda hətta enerjinin minumum hissəsi coul istiliyinə sərf edilərkən belə, enerji şüalanmaya sərf olunur.Həlqəvi keçiricinin qapanması ilə edilən təcrübəni yüksək tezliklə təkrar etməklə göstərmək olar ki, şüalanmanın gücü, dəyişən cərəyanın tezliyinin artması ilə artır. Buradan, çox böyük tezliklə elektrik yüklərinin yerdəyişməsi, yəni elektrik rəqslərinin oyanması haqqında məsələ meydana çıxır.

Bu təhlili apararkən şagirdlərin təsəvvüründə, elektrik intensivliyi vektoru rəqsləri ilə (kondensator sahəsində), maqnit intensivliyi vektoru rəqslərinin (makara sahəsində) eyni zamanda əmələ gələn elektrik və maqnit sahələrindəki rəqslərə, elektromaqnit rəqsləri deyilir.

Fəzada elektromaqnit dalğası anlayışı izah edilərkən qapalı rəqs konturunun açıq rəqs konturuna çevrilməsinə nəzərdən keçirilir, elektrik və maqnit sahələrinin əhatə etdiyi fəzada yayılmasından ibarət elektromaqnit şüalanma prosesi izah edilir.

Elektromaqnit dalğası haqqında təhlil zamanı hers təcrubəsi nümayiş etdirilir, Hersi, " dipol" adlanan vibratorunun qurluşunu izah etmək lazımdır. Rəqs tezliyinin artası ilə şüalanmanın gücü də artır. Tezlik isə tutum və öz-özünə induksiyanın azalması ilə artır. Hers, bu azalmaya, ucları kürə ilə qurtaran və aralarında qığılcım sıçrayan eyni uzunluqlu metal çubuqlardan təşkil edilmiş öz dipolunda nail olmuşdur. [2].

Beləliklə elektromaqnit dalğalarının izahını radiorabitənin izahı ilə yekunlaşdırıb elektromaqnit dalğasının bəzi xassələrini sadalayırıq.

- Elektromaqnit dalğası eninə dalğadır. Belə ki, elektromaqnit dalğasında elektrik sahəsinin intensivlik vektoru (E), maqnit sahə induksiyası vektoru (B) və dalğanın sürət vektoru (u) həmişə qarşılıqlı perpendikulyardır.
- Bu dalğanın yayıldığı fəzanın ixtiyari nöqtəsində intensivlik vektorunun modulunun dəyişməsi induksiya vektorunun modulunun dəyişməsi ilə mütənasibdir.

- Elektromaqnit dalğası həm vakuumda, həm də mühitdə yayıla bilir. Onun vakuumda yayılma sürəti işığın vakuumdakı sürətinə bərabərdir:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{san} \qquad (1)$$

Burada ε_0 və μ_0 — uyğun olaraq elektrik və maqnit sabitidir.

- Elektromaqnit dalğasının mühitdə sürəti işığın mühitdə yayılma sürətinə bərabər olub mühitin xassəsindən asılıdır:

$$\upsilon = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}} = \frac{c}{n} \qquad (2)$$

Burada ε və μ uyğun olaraq mühitin dielektrik və maqnit nüfuzluğu, n- mühitin sındırma əmsalıdır.

Elektromaqnit dalğasının vakuumda dalğa uzunluğu: $\lambda_0 = \frac{c}{\upsilon} = cT$ (3)

Elektromaqnit dalğasının mühitdə dalğa uzunluğu vakuumdakına nisbətən n dəfə kiçikdir:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} \qquad (4)$$

- Elektromaqnit dalğası enerjiyə malikdir. Bu dalğalar keçirici naqilə çatdıqda enerjinin bir hissəsi udulur və orada sürətlə dəyişən elektrik cərəyanı yaradır.
- Elektromaqnit dalğası iki mühitin ayrılma sərhədindən qayıtma və sınma xassəsinə malikdir.
- Elektromaqnit dalğası fəzada səpilmə, suda udulma xassəsinə malikdir və s. [2].

EM dalgalarının mövcud oldugu 180 il ərzində demək olar ki, onlar insana fəaliyyətinin bütün sferalarına daxil olaraq tədricən daha böyük əhəmiyyət kəsb etməkdədir. Qeyd edilməlidir ki, EM süalandırıcılarının növləri, sayı və gücü daim artmaqdadır.Xüsusi ilə də, məisətdə islədilən elektron avadanlıqlardan(telefonlar, əl telefonları, kompüterlər, mikrodalgalı sobalar və çoxlu sayda digər elektrik məisət cihazları) istifadə etmə çox yüksək həddə gəlib çatmısdır.Bu avadanlıqların hər biri müəyyən tezliyə və gücə malik EM süalanmaları yaradaraq insan orqanizmi üçün müəyyən təhlükə və problemlər yaradır. Bu səbəbdən də müasir dövrün əsas problemlərindən biri bəsəriyyəti ionlasdırıcı və qeyri-ionlasdırıcı süalanmalardan mühafizə etmək məqsədilə müxtəlif xüsusi tədbirlərinin islənib hazırlanması böyük əhəmiyyət kəsb edir. [4].

Ədəbiyyat

1. Yeni təlim texnalogiyaları və müasir dərs.Dərs vəsaiti Azərbaycan respublikası.
2. A.A.Pyorişkin və baş. “Fizikadan nümayiş eksperimenti” II hissə Bakı-1976, 1979.
3. Murquzov M.İ., Abdullayev S.Q., Abdurazaqov R.R., Fizika (ümumitəhsil məktəblərinin 11-ci sinifləri üçün dərslik) Bakı: “Bakınəşr”, 2018.
4. Əlizadə Ş.H. Məktəb fizika eksperimentinin sistemi və elmi pedaqoji əsasları. Bakı-1998.

Резюме

В статье необходимо определить необходимые условия для определения причины взаимодействия между наэлектризованными объектами, определить свойство электрического заряда - свойство создавать электромагнитное поле, характеристики электрического заряда и существование элементарных частиц , отличающие электродинамику от других разделов физики, электромагнитное поле и формы его проявления.Теоретические исследования, необходимые для расширения теоретических знаний и практических навыков, определения того, как электрические заряды

распределяются на поверхности проводящего тела в наэлектризованном теле проведенный.

Summary

In the article, it is necessary to determine the necessary conditions to determine the cause of the interaction between electrified objects, to determine the property of electric charge - the property of creating an electromagnetic field, the characteristics of electric charge and the existence of elementary particles, distinguishing electrodynamics from other branches of physics, the electromagnetic field and its forms of manifestation. Theoretical studies required for the expansion of theoretical knowledge and practical skills, determination of how electric charges are distributed on the surface of a conductive body in an electrified body were conducted.

ORTA MƏKTƏBDƏ FİZİKADAN MƏSƏLƏ HƏLLİ PRAKTİKUMUNUN ƏHƏMİYYƏTİ

Dos. Quliyev N.İ., Musayev S.X., Abdullayev S.M.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: fizika, metodlar, problem, həll, tətbiq tapşırıqlar
Ключевое слово:физика, методы, проблема, решение, прикладные задачи
Key words: physics, methods, problem, solution, applied problems

Fizikadan məsələ həlli tədris işinin zəruri elementidir. Fizikanın öyrədilməsi prosesində digər tədris üsulları ilə yanaşı məsələ həllidə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Fizika məsələləri fizikanı öyrənənlərə fiziki qanun və qanunauyğunluqları dərindən araşdırmaq, onları daha dəqiq öyrənmək və məsələ həllində müvəffəqiyyətlə tətbiq etmək bacarığı formalaşdırır[1].

Fiziki biliklərin konkretləşdirilməsi məsələ həlli zamanı daha mükəmməl yaddaşa hopur. Məsələ həlli fizikanı öyrənənlərdə fiziki anlayışların fiziki mahiyyətini daha mükəmməl başa düşməyə səbəb olur. Ona görə də fizikanın tədrisi prosesində məsələ həllinin danılmaz əhəmiyyəti var.Fizikadan məsələ həlli şagirdlərdə təbiət hadisələrinə marağı artırır və fizika fənnini sevdirir. Məsələ həllinin elə üsulları var ki, həmin üsullar şagirdlərdə ixtiraçı olmağa həvəs yaradır və həmin şagird gələcəkdə elmi – tədqiqat işi ilə məşğul olmağa meyilli olur. Belə məsələlərə misal olaraq eksperimental məsələləri göstərmək olar[2,3].

Eksperiment aparmaqla məsələni həll etmək üçün nümayiş stolunda lazım olan ləvazimatlardan istifadə edərək təcrübi yolla mümkün olan kəmiyyətləri ölçmək, sonra isə məlum düsturlardan istifadə etməklə axtarılanı tapmaq və ya hesablamaq mümkün olur. Bu proses şagirdlərin özləri tərəfindən aparılan kiçik, (şagirdlər üçün böyük) elmi – tədqiqatın nəticəsi kimi qəbul olunur və onlarda elmə böyük maraq yaradır.Eksperimental məsələlərin həlli zamanı şagirdlər məişət əşyaları ilə rəftarı, təcrübədə istifadə olunan cihazlardan istifadə qaydalarını onların iş prinsiplərini və s. daha mükəmməl öyrənirlər[4,5].

Elə eksperimental məsələlər seçmək olar ki, şagirdlərin özləri lazım olan düsturu alsınlar və onun köməyi ilə qarşıya qoyulan məsələni həll etsinlər. Məsələn, çəkinin vektorial kəmiyyət olduğunu təcrübi olaraq sübut etmək üçün ipə bağlanmış su ilə dolu vedrə misalını göstərmək olar. Bu keyfiyyət xarakterli eksperimnetla məsələdir. Bu məsələlərin həllində ən azı iki dəfə ipə bağlanmış su ilə dolu vedrə şaquli müstəvidə fırladırlmalıdır. Birinci halda

vedrəelə sürətlə fırladılır ki, cıza biləcəyi çevrənin yuxarı nöqtəsinə çatmamış su tökülür, vedrə dolu halda isə elə sürətlə fırladılır ki, yuxarı nöqtəyə qalxsada su töklümür. Bu təcrübələrlə şagird çəki haqqında ətraflı və aydın biliyə malik olur və bilir ki, birinci halda $\upsilon < \upsilon_{\min}$ olduqda su tökülür, ona görə ki, $a < g$ olur, çəki aşağı yönəlir və çəki $\rho = m(g - a)$ düsturu ilə hesablanır. İkinci halda isə $\upsilon > \upsilon_{\min}$ olur, $a > g$ olur, çəki $\rho = m(a - g)$ düsturu ilə hesablanır və çəki yuxarı yönəlir, ona görə də su tökülmür.

Beləliklə, şagirdlər təcrübə yolu ilə qarşıya qoyulan keyfiyyət xarakterli eksperimental məsələni həll edir, çəkinin istiqamətinin a və g təcillərinin müqayisəsinini nəticəsi olduğunu başa düşür. Belə məsələlər şagirdlərdə fizikanı öyrənməyə marağı artırır və şagirdlərə fizikanı sevdirir.

Fizikanın öyrədilməsi işinin təşkilində bölmələr arası genetik əlaqənin yaradılması da böyük rol oynayır.

Fizikanın təkrarı zamanı fiziki biliklərin möhkəmlənirilməsi, məntiqi təfəkkürün formalaşdırılması işində bölmələr arası genetik əlaqələrə aid olan məsələlərin həlli əhəmiyyətli rol oynayır. Fiziki qanun və qanunauyğunluqları öyrənmək üçün fizikanın müxtəlif bölmələrini əkatə edən elə məsələlər seçilir ki, həmin məsələlıri həll etmək üçün ən azı iki bölməyə aid olan qanunları təkrar etmək zərurəti meydana çıxır. Hətta elə məsələ qoymaq mümkündür ki, o məsələdə nəinki, iki daha çox bölməni təkrar etmək tələb olunsun. Belə məsələlər əsasən proqram tam tədris olunub qurtardıqdan sonra həll edilir. Bölmələr arası genetik əlaqəyə aid məsələlərin həlli şagirdlərdə fizika biliklərinin hansı səviyyədə olduğunu, fizikanın hansı bölməsini daha zəif bildiklərini və s. aşkar etməyə imkan verir. Beləliklə, şagirdlər hansı bölməni daha dərindən təkrar etməyin lazım olduğunu anlayır.

Göründüyü kimi, fizikanın tədrisində fizika məsələlərinin böyük rolu və əhəmiyyəti vardır.

Ədəbiyyat

1.Təhsilin konsepsiyası (Milli Kurikulumu) Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 30 oktyabr 2006-cı il tarixli, 233 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmişdir
2.Orta ümumtəhsil məktəblərinin “Fizika ”dərslikləri. 2022-ci il
3.S.Q.Abdullayev. Fizikadan məsələlər. IX-XI. “Kür” nəşriyyatı. Bakı, 2003
4.S.İmanov. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodikası. Bakı. 2004
5.R.Rzayev. Fizika müəllimlər üçün. Test bankı İPG, Bakı, 2021

Резюме

Статья посвящена методике преподавания физики в средних школах Азербайджана.

Решение задач по физике является необходимым элементом воспитательной работы. В процессе обучения физике, наряду с другими методами обучения, особое значение имеет решение задач. Задачи по физике помогают студентам-физикам глубже изучить физические законы и закономерности, изучить их более точно и успешно применять при решении задач.

Summary

The article is devoted to the methodology of teaching physics in secondary schools in Azerbaijan. Solving problems in physics is a necessary element of educational work. In the process of teaching physics, along with other teaching methods, problem solving is of particular importance. Problems in physics help physics students to study physical laws and

regularities more deeply, study them more accurately and successfully apply them in solving problems.

ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBİ ŞAGIRDLƏRİNİN EKOLOJİ MƏDƏNİYYƏTİNİN FORMALAŞMASINDA FİZİKA KURSUNUN ROLUNUN ÖYRƏNİLMƏSİ

Dos. İsgəndərova S.P., Prof. Quliyev M.S., Nuriyeva S. R.
Gəncə Dövlət Universiteti

Açar sözlər: ekoloji təhsil, ekoloji maarifləndirmə ekoloji tarazlıq, , antropogen cirklənmə, ekoloji tərbiyə, ekoloji fəlakət, ekoloji mədəniyyət, ekoloji problem.

Ключевые слова: экологический баланс, экологическая проблема, техногенное загрязнение, экологическая катастрофа, экологическое образование, экологическая культура, экологическое образование, экологическое сознание.

Key words: ecological balance, ecological problem, technogenic pollution, ecological catastrophe, ecological education, ecological culture, ecological education, ecological consciousness.

Dünyanın müasir təbii-elmi mənzərəsini ekoloji problemləri əks etdirmədən təsəvvür etmək mümkün deyil. Hal-hazırda elm, texnika, istehsalın yeni sahələrinin meydana çıxması və insanların əmək fəaliyyətinin ətraf aləmə təsir dairəsinin genişlənməsi sayəsində cəmiyyətlə təbiətin qarşılıqlı əlaqəsi o qədər yaxınlaşmışdır ki, insanın təbiətə müdaxiləsi, təbii ki, canlıların həyatına təsir göstərir. Məhz ona görədə bu münasibət müəyyən qaydada tənzimlənməlidir, əks halda bəşəriyyət öz varlığını nüvə müharibəsindən az olmayan təhlükə altında qoyan ekoloji fəlakətlə üzləşər.

Məktəbdə fizika kursunun ən mühüm vəzifələrindən biri şagirdlərdə təbiət hadisələrinə və proseslərinə elmi yanaşmanı inkişaf etdirmək, elmi eksperiment apararaq bacarıq və vərdişlərini formalaşdırmaqdır. Bu, məktəblilərdə mövcud olan fiziki və ekoloji problemləri öyrənmək və həll etmək üçün vacib olan bacarıqları inkişaf etdirməyə imkan verir.

Planetimizə ziyan vuran ən ciddi ekoloji böhran insan və təbiət münasibətlərində mühüm düzəlişlər etməyə, bizi dünya sivilizasiyasının bütün nailiyyətlərini yenidən düşünməyə vadar edir. Təxminən iyirminci əsrin altmışıncı illərindən başlayaraq, sənaye fəaliyyəti ilə bağlı ilk dəfə olaraq bütün canlıların məhv edilməsi problemi bəşəriyyətin qarşısında çox ciddi və kəskin şəkildə durduğu zaman yeni bir elm - ekologiya formalaşmağa başladı və bunun nəticəsində ekoloji mədəniyyət meydana çıxdı. Qlobal ekoloji böhranla əlaqədar olaraq insan və təbiət arasında hansı münasibətin ahəngdar sayıla biləcəyini, insan fəaliyyətinin ətraf mühitə necə təsir etdiyini araşdırmaq, ekoloji mədəniyyətin və ekoloji maarifləndirmənin xüsusilə indiki dövrdə planetimizin ekoloji problemlərlə üz-üzə qaldığı bir vaxtda aşılanması çox vacibdir. Eyni zamanda ekoloji təhsilin səviyyəsinin dünyadakı vəziyyətlə və qlobal ekoloji böhranla əlaqəli olduğunu qeyd etmək vacibdir. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, ekoloji mədəniyyətin səviyyəsi dünyadakı ekoloji vəziyyətlə düz mütənasibdir, ekoloji təhsildən birbaşa asılıdır. [1].

Çoxsaylı problemlər arasında orta məktəb şagirdlərinin hərtərəfli ekoloji biliklərinin dərinləşdirilməsi və genişləndirilməsi xüsusi yer tutur. Ekoloji təhsil kompleks pedaqoji proses kimi çıxış edir. Ekologiyanın əsasları məktəblilər tərəfindən inkişaf etdirilən ekoloji mədəniyyətin ən vacib komponentidir. Mövcud məktəb və məktəbdənkənar təhsil və tərbiyə sistemi ekoloji mədəniyyətin böyüməsi və inkişafı istiqamətində tələbləri həyata keçirən çoxlu ekoloji bilik və bacarıqları özündə birləşdirir.

İndi həyat müəllimlər qarşısında davamlı bir proses kimi məktəblinin şəxsiyyətinin inkişaf etdirilməsi vəzifəsini qoyur. Şagirdin fərdi inkişafı problemi vahid, inteqral proses kimi müəllimdə ekoloji mədəniyyətin inkişafının əsas xətləri haqqında aydın təsəvvürə malik olduqda həyata keçirilə bilər. Ekoloji təhsil və tərbiyə o halda mümkündür ki, fənlərin məzmunu ekoloji cəhətdən bütöv oriyentasiyalara töhfə versin.

"Ekologiya" sözü və onun törəmələri gündəlik lüğətimizə möhkəm daxil olub. Adətən "ekoloji təhsil" təbiətə məhəbbət tərbiyəsi, müəyyən bir cəmiyyətdə qəbul edilmiş davranış qaydaları deməkdir. Sosial tərbiyə uşağın təhsili, maariflənməsi, təlimi və özünütərbiyəsi ilə bağlıdır. Müəllim yadda saxlamalıdır ki, şəxsiyyətin formalaşması prosesində şagirdə aşağıdakı təsirləri formalaşdırır.

- təbiətə və ana dilinə məhəbbət.
- Ailədə, məktəbdə, ətraf mühitdə ünsiyyət.
- Onun fəaliyyətinin ətraf mühitə təsiri.
- Şagirdin özünün həyat tərzi, istəkləri, planları, mikromühitdə oynadığı rol. [2].

Məktəb fizikası kursunun ekoloji aspekti, prinsipcə, ekosistemə minimum mənfi təsirin texniki və texnoloji əsaslarını tələbələrə çatdırmaqdır. Ekoloji cəhətdən təmiz enerji mənbələri -çaylar, külək, günəş radiasiyası, geotermal mənbələr və s. O cümlədən qapalı istehsal dövrləri ideyası böyük əhəmiyyət kəsb edir.Fizika kursunda məktəblilər ekoloji cəhətdən aşağıdakı kimi formalaşa bilər.

-enerjiyə qənaət edən ixtiralar -mühərriklərin səmərəliliyinin artırılması, ikinci dərəcəli resursların istifadəsi, texnoloji proseslərdə xammal və enerji itkilərinin azaldılması və s..

-Xüsusi diqqət qoruyucu və qəza -beton sarkofaqlar və polad qabıqlar, nüvə tullantıları üçün konteynerlər, eləcə də təmizləyici qurğular-elektrostatik çöküntülər, inertial filtrlər, aerozol filtrləri, parça filtrləri, adsorbsiya filtrləri, diffuziya membranları və s. məsələlərinə yönəldilməlidir.

Çernobıl qəzası fizika kursunda radiasiya çirklənməsi, fon radiasiyası və onun icazə verilən parametrləri, radiasiya səviyyəsini ölçən cihazlar və onların fərdi istifadəsi kimi problemlərin nəzərdən keçirilməsini yenilədi.

Ekoloji problemlər bütün təbiət elmli fənlərdə nəzərdən keçirilməli və "təbiət-cəmiyyət-insan" sistemi təhlil edilməli, bu sistemin elementlərinin qarşılıqlı əlaqəsinin uyğunlaş- dırılması yolları nümayiş etdirilməlidir.

Beləliklə, biologiya elmləri, ilk növbədə, canlıların təşkili səviyyələri və biosferdəki münasibətlərin sistemli xarakteri haqqında, coğrafiya - təbii aləmin bütövlüyü haqqında, kimya - təbiətin çirklənməsi haqqında fikirlər formalaşdırır, fizika - enerjinin təbiətlə qarşılıqlı əlaqəsi haqqında şagirdlərə əlaqəli bilik verə bilər. [3].

Ekoloji problemlərin mürəkkəb və ayrılmaz olması onların orta məktəb şagirdlərinə tam şəkildə açılmasına imkan vermir. Buna baxmayaraq, fizika kursunun proqram materialının məzmunu məktəbliləri mövcud ekoloji böhranın fiziki-texniki aspektini və ondan çıxış yollarını açan bir sıra fikirlərlə tanış etməyə imkan verir. Bu, aşğıdakılardır:

- fizika bütövlükdə bütün təbiətin düzgün, dialektik-materialist dərk edilməsinin əsasında duran təbiətin ən ümumi və əsas qanunauyğunluqlarını öyrənir. Bu, fizikanın tədrisi prosesində təbiətdə baş verən hadisə və proseslərin müxtəlifliyini, qarşılıqlı əlaqəsini, qarşılıqlı asılılığını və bütövlüyünü ardıcıl olaraq şagirdlərə açmağa imkan verir;
- fizika müasir elmi-texniki inqilabın özəyidir; onun nailiyyətləri müasir texnologiyanın əsasında dayanır. Bu, tələbələrə insanın təbiətə təsirinin getdikcə artan miqyasını və ətraf mühitin çirklənmədən qorunmasının müasir problemlərinin həllini göstərməyə imkan verir.
- fizika hazırda təbiət elmlərinə rəhbərlik edir, onların hamısı onun terminologiyasından, alətlərindən və tədqiqat metodlarından istifadə edirlər. Odur ki, fizika fənni tədris edilərkən şagirdlər təbiətin və onun mühafizəsinin öyrənilməsinin müasir metodları ilə tanış olur, təbii-

riyazi tsiklin digər fənləri üzrə dərslərdə əldə etdikləri bilikləri ümumiləşdirmək imkanı yaranır.

Məktəbdə fizika kursunun ən mühüm vəzifələrindən biri şagirdlərdə təbiət hadisə və proseslərə elmi yanaşmanı inkişaf etdirmək, onlarda elmi eksperiment aparmaq bacarıq və vərdişlərini formalaşdırmaqdır. Bu, məktəblilərdə mövcud olan fiziki və ekoloji problemləri öyrənmək və həll etmək üçün vacib olan bacarıqları inkişaf etdirməyə imkan verir.

Fizika kursunu şagirdlər öyrənərkən ekoloji problem, ekoloji təhsil və tərbiyənin məqsəd və vəzifələrinə nail olmaq üçün aşağıda göstərilənlərdən istifadə etdikdə daha dölğun nəticələr əldə edərlər.

-ekoloji konfrans;

- ekoloji problemlərlə bağlı problemlərin həlli;

-ekoloji seminar;

-ekoloji məzmunlu dərslər

Ekoloji mədəniyyətin bütün komponentləri bir-biri ilə sıx bağlıdır və onların həm formalaşması, həm də mövcudluğu bir-biri olmadan mümkün deyil. Ekoloji biliyə malik olan, ekoloji cəhətdən məqsədəuyğun düşünən və hərəkət edən insanda təbiətə sevgi hisslərinin təzahürü daha dərin və güclüdür. [3].

Ədəbiyyat

1. P.Paşayev. Təbiət elmlərinin əlaqəli öyrənilməsi Maarif nəşriyyati 1977
2. Qərib Məmmədov , M. Xəlilov – Ekologiya, ətraf mühit və insan, 2006
3. Э.А.Турдикулов Экологическое образование и воспитание учащихся в процессе обучения физике. Москва «Просвещение» 1988г

Аннотация

Данная статья помогает учащимся связать свои знания по физике с экологическими знаниями, научиться формировать, учитывая междисциплинарные связи учебной естественнонаучной дисциплины, а также базовые экологические умения, ведь два взаимосвязанных аспекта «человека и природа» имеет физическую основу, энергетическую основу, способствует формированию экологического образования и культуры в таких вопросах, как рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды, восстановление природного баланса.

Summary

This article helps students to connect their knowledge of physics with environmental knowledge, to learn ways to form, taking into account the interdisciplinary relations of the academic discipline of natural science, as well as basic ecological skills, because the two interrelated aspects of the "man and nature" problem have a physical basis, energy, helps to form ecological education and culture in issues such as efficient use of natural resources and environmental protection, restoration of natural balance.

MƏRKƏZLƏŞMIŞ QÜVVƏNIN TƏSIRI ALTINDA BIRLƏŞMƏ NÖQTƏSINDƏN SAGA DARTILMIŞ BIRCINS OLMAYAN ELASTIKI ÇUBUĞUN RƏQSI HƏRƏKƏTI

Dos. Abbasov Z.D.
Gəncə Dövlət Universiteti
(dumanli.zefer@mail.ru)

Açar sözlər: çubuq, rəqs, uclarından bərk bağlanmış, bircins, başlanğıc sürət, yerdəyişmə, tənlik, sıra, qüvvə.

Ключевые слова: стержень, колебания, жестко закрепленными концами, однородных, начальное скорост, отклонение, уравнения, рядь, силь.

Key words. stick, oscillation, tightly tiedat the ends, the samesex, starting speed, displacement, equaton, line, force.

Mərkəzləşmiş qüvvənin çubuğun birləşmə nöqtəsinə göstərdiyi təsir zamanı çubuğun rəqsi hərəkətini müəyyən edən $U(x,t)$ funksiyasının həmin nöqtədə törəməsi kəsilən olur, lakin onun özü kəsilməz qalır [1, 2, 3, 4, 9].

Uzunluğu ℓ olan bircins olmayan elastiki çubuq $x=b$ nöqtəsində $(0<b<\ell)$ iki bircins cubuğun birləşməsindən ibarətdir. F mərkəzləşmiş qüvvənin təsiri altında uclarından bərk bağlanmış çubuğun $x=b$ nöqtəsində h qədər yana dartılmış vəziyyətdə rəqsi prosesini öyrənək [1, 3, 9].

$$u_{tt}=\frac{1}{\rho(x)}\left(E'(x)u_x+E(x)u_{xx}\right),\quad 0<x<b,\quad b<x<\ell,\quad 0<t<+\infty \tag{1}$$

dalğa tənliyinin

$$U(0,t)=U(\ell,t)=0,\qquad 0<t<+\infty, \tag{2}$$

bircins sərhəd şərtlərini,

$$U(b-0,t)=U(b+0,t),\qquad E(b-0,t)U_x(b-0,t)=E(b+0)U_x(b+0,t) \tag{2$_1$}$$

qoşma sərhəd şərtlərini və

$$U(x,0)=\begin{cases}\dfrac{h}{b}x, & 0<x<b\\[2mm] \dfrac{h(\ell-x)}{\ell-b}, & b<x<\ell\end{cases} \tag{3}$$

$$U_t(x,0)=0,\qquad 0<x<\ell, \tag{3$_1$}$$

başlanğıc şərtlərini ödəyir, burada

$$E(x)=\begin{cases}\overline{E}(x), & 0<x<b\\ \overline{\overline{E}}(x), & b<x<\ell,\end{cases}\qquad \rho(x)=\begin{cases}\overline{\rho}, & 0<x<b\\ \overline{\overline{\rho}}, & b<x<\ell,\end{cases} \tag{4}$$

$\overline{\rho},\ \overline{\overline{\rho}},\ \overline{E},\ \overline{\overline{E}}$ - sabitlərdir.

Qoyulmuş məsələnin həlli üçün ən əhəmiyyətli metodlardan biri dəyişənlərinə ayırma və ya Furye metodudur.

Bu metod xüsusi törəməli diferensial tənliklərin həlli zamanı tətbiq olunan ən effektif metodlardan biridir [1-5].

$$U(x,t)=X(x)\cdot T(t) \tag{5}$$

xüsusi həlli vasitəsilə (1) tənliyini və (2), (4) şərtlərini uyğun şəkildə yaza bilərik.

$$T^{//}(t)+\omega^2T(t)=0,\qquad 0<t<+\infty, \tag{6}$$

$$E''(x)X'(x)+E(x)X''(x)+\omega^2\rho(x)X(x)=0, \quad 0<x<\ell \tag{7}$$

$$EX'(b-0)=\overline{E}X'(b+0), \tag{7_1}$$

$$EX'(b-0)=\overline{E}X'(b+0), \tag{7_2}$$

(7) tənliyinin (7_1) və (7_2) şərtlərini ödəyən trivial olmayan həllini

$$\omega_1<\omega_2<...<\omega_n<...$$

sonsuz ardıcıllıq şəklində məxsusi qiymət və məxsusi

$$X_1(x), X_2(x),...X_n(x),... .$$

$0\le x\le \ell$ parçasında $\rho(x)$ çəkisinə görə ortoqonal funksiyalardan asılı təyin etmək olar. Onda (7) tənliyini (7_1) sərhəd şərtləri ödəyən həlli

$$X(x)=\begin{cases}\dfrac{\sin\frac{\omega}{a}x}{\sin\frac{\omega}{a}b}, \ 0<x<b, \quad a=\sqrt{\dfrac{E}{\rho}},\\[2ex] \dfrac{\sin\frac{\omega}{\overline{a}}(\ell-x)}{\sin\frac{\omega}{\overline{a}}(\ell-b)}, \ b<x<\ell, \ \overline{a}=\sqrt{\dfrac{\overline{E}}{\overline{\rho}}}\end{cases} \tag{8}$$

şəklində, (7_2) şərtini ödəyən həlli isə aşağıdakı transendent tənliyə gəlir.

$$\frac{tg\frac{\omega}{a}b}{tg\frac{\omega}{\overline{a}}(b-\ell)}=\sqrt{\frac{E\rho}{\overline{E}\overline{\rho}}}, \tag{9}$$

burada, $\omega_n b$ nöqtəsinə tətbiq olunan qüvvənin yaratdığı rəqslərin məxsusi tezliyidir. Aydındır ki, qüvvənin $x=b$ nöqtəsində tətbiqi zamanı ω_n-nin məxsusi tezliyinə uyğun durğun dalğanın düyün nöqtələrində sıfra bərabər olar.

$$\sin\frac{\omega_n}{a}b=0, \qquad \sin\frac{\omega_n}{a}(\ell-b)=0$$

Məxsusi funksiyaların Hilbert fəzasında normasını yazsaq:

$$\|X_n\|^2=\int_0^\ell \rho(x)\cdot X_n^2(x)dx=\overline{\rho}\cdot\int_0^b\frac{\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}x}{\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}b}dx+\overline{\rho}\cdot\int_b^\ell\frac{\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}(\ell-x)}{\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}(\ell-b)}dx= \tag{11}$$

$$=\frac{\overline{\rho}b}{2\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}b}+\frac{\overline{\rho}(\ell-b)}{2\sin^2\frac{\omega_n}{\overline{a}}(b-\ell)},$$

Deməli (1)-(3) məsələsinin trivial olmayan həlli, (5) xüsusi həllərindən düzəldilmiş sonsuz sıra şəklində yazmaq daha əlverişli olur.

$$U(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}A_nX_n(x)\cdot\cos\omega_n t, \tag{12}$$

burada, A_n-əmsallarını məxsusi funksiyaların normasından və başlanğıc (3) şərtindən asılı olaraq

$$A_n=\frac{1}{\|X_n\|^2}\int_0^\ell\rho(x)\cdot U(x,0)X_n(x)dx=\frac{h}{\omega_n^2\|X_n\|^2}\left(\frac{\overline{E}}{b}+\frac{\overline{E}}{\ell-b}\right), \tag{13}$$

Ədəbiyyat

1..А.Н.Тихонов, А.А.Самарский. «Уравнения математической физики», Мос.1977, ст. 736.
2.Соболев С.А. «Уравнения математической физики» Мос., Наука, 1966, ст.368.
3.Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М., «Уравнения в частных производных математической физики» М., 1970, ст. 710.
4.В.П.Михайлов «Дифференциальные уравнения в частных производных» М., 1976, ст.392.
5.Z.D.Abbasov "Riyazi fizika tənlikləri", Bakı 2018, səh.380.
6.Z.D.Abbasov "Furye inteqralının tətbiqi ilə bircins olmayan birölçülü dalğa tənliyinin həlli", AMEA Gəncə Bölməsi №1 (59), Gəncə 2015, səh.137-140.
7.Z.D.Abbasov "Bir qarışıq sərhəd məsələsi" Elmi xəbərlər, GDU. №3, Gəncə 2013, səh.36-38.
8.З.Д.Аббасов «Применение метода Фурье неоднородное гиперболическо уравнение» "Beynəlxalq elmi konfrans" – GDU, IV hissə, 2022, səh.201-206.
9.Abbasov Z.D. "Mərkəzləşmiş qüvvənin təsiri altında sonlu sayda nöqtələrindən yana dartılmış simin yerdəyişməsinin təyini", "Riyaziyyat və mexanikanın aktual problemləri" mövzusunda, Resp.elm.kon.materialları, 11-13 may 2022-ci il, Bakı -2022, səh.6-7.

Abstract

Accorting to the problem about the process of oscillation of a string tied at its ends, the oscillation motion of an elastic rod can be desribed in an analogous way.

As for the essence of the matter under consideration, the oscillating motion of homogeneous rods conested here, as a physical prosess, determines the movement dynamic of the nonhomgeneous rod.

Резюме

Рассмотрим задачу о колебаниях стержня под действием сосредоточенной силы, приложенной в точки **x=b.** Решить задачу о колебаниях неоднородного стержня длины L с жестко закрепленным концами, составленного из двух однородных стержней, соединенных в точке x=b, (0<x<b) и (b<x<L)

ОБРЫВ ГИБКОЙ НИТИ ПРИ СОУДАРЕНИИ С ТУПЫМ КЛИНОМ

д.ф.н.м.Мамедов Т. Дж.
Гянджинский Государственный Университет

Ключевые слова: сверхзвукового режима, поперечном удар, линейно вязкоупругой нити,клин

В работе для сверхзвукового режима рассматриваются напряженное состояние и обрыв линейно вязкоупругой (типа Максвелла) нити при поперечном ударе симметричном клином, имеющую плоскую переднюю часть. Удар производится с

постоянной скоростью и принимается, что прогибная часть облегает к поверхности ударяющего «Клина»

Поведение гибкой нити при поперечном ударе по ней телом заданной формы существенно зависит и от физических свойств материала нити. В данной работе исследуется напряженное состояние и обрыв линейной вязкоупругой нити, закон деформирования которой подчиняется уравнению Максвелла. Поперечный удар по нити производится симметричным жестким клином, имеющим плоскую переднюю часть. Подобная линейная упругая задача без обрыва нити исследована в работе [1].

Пусть по бесконечной длинной прямолинейной гибкой линейно вязкоупругой нити производится нормальный удар симметричным клином с передней плоской частью с постоянной скоростью *V*. Принимается, что прогнутая часть нити A_1B_1BA после удара облегает к поверхности ударяющего притупленного клина (рис.1), а скорости точки излома $A(A_1)$ больше скорости звука в нити

($b = \mathrm{ctg}\gamma > a_0$). Здесь b - скорость точки излома *A* (скорость волны сильного разрыва); γ - угол между щекой клина и первоначальным положением нити; $a_0 = \sqrt{E/\rho_0}$ – скорость упругой волны; E - модуль Юнга, ρ_0 – начальная плотность нити.

При сверхзвуковом режиме ($b > a_0$) справа от точки *A* и слева от точки A_1 нить находится в состоянии покоя. Задачу исследуем для интервала времени $0 \le t < 2La_0^{-1}$, где $2L$ – означает длину BB_1. После удара в области A_1B_1BA в нити возникают четыре упругие волны, фронты которых обозначены точками M_1, C_1, *C*, M_2 и две точки излома *A*, A_1. Состояние нити относительно точки *O* (рис.1) симметрична, поэтому решение будем строить в области *OBA* и это решение будет верно и в области OB_1A_1. Принимается, что трения между щекой клина и нити отсутствует, но в точках излома *A* и A_1 оно имеет место [1].

Уравнение движения возмущенной части нити будет [1,2].

$$\rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma}{\partial x} \qquad (1.1)$$

Закон деформирования между деформацией ε и напряжением σ по представлению Максвелла имеет вид [2].

$$\dot{\sigma} + \frac{E}{\mu}\sigma = E\dot{\varepsilon}\,;\ \varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} - 1 \qquad (1.2)$$

Здесь x, u - лагранжева и эйлерова координаты; μ - коэффициент вязкости; точки над буквами в формуле (1.2) означают производные по времени от ε и σ.

Вводим безразмерные величины в виде

$$\bar{u} = uR^{-1};\ \bar{t} = a_0 tR^{-1};\ \bar{x} = xR^{-1};\ M = Va_0^{-1};\ \bar{L} = \frac{L}{R};\ a_0^2 = \frac{E}{\rho_0}$$

$$\bar{v} = \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{t}} = \frac{\partial u}{\partial t} a_0^{-1};\ \bar{b} = ba_0^{-1};\ \bar{\sigma} = \sigma(\rho a_0^2)^{-1};\ k = \frac{E}{\mu}\frac{R}{a_0} < 1$$

(1.3)

В дальнейшем черточки над буквами опускаем.

Здесь R – постоянная величина, имеющая размерность длины – диаметр поперечного сечения нити до удара. Уравнение движения (1.1) с учетом (1.2), (1.3) примет вид

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - k\frac{\partial u}{\partial x}$$

(1.4)

Условия на волне сильного разрыва (в точке *A*) при сверхзвуковом режиме имеют вид [1].

$$\left.\begin{aligned} &\mathrm{v} = \frac{\partial u}{\partial t} = (\sec\gamma - 1 - \varepsilon)b; \\ &F_{Tp} = -\sigma + b\left(\mathrm{M}\sin\gamma - \frac{\partial u}{\partial t}\right); \\ &Q = \mathrm{M}^2 \mathrm{Ctg}\gamma \cdot \cos\gamma \end{aligned}\right\}$$

(1.5)

Здесь F_{Tp}, Q - сосредоточенные силы в точке излома [1,2].

Кроме условия (1.5) имеется еще одно независимое соотношение в точках излома *A(A*$_1$*)* в виде [1].

$$F_{Tp} = \mu_* Q$$

(1.6)

где μ_* – коэффициент трения в точке излома.

В работе [1] доказано, что на волне сильного разрыва имеются три режима, в зависимости от исходных параметров $\mathrm{M}, \gamma, \mu_\alpha$.

При $F_{Tp} < \mu_* Q$ из (1.5) имеем [1]

$$\varepsilon = \sec\gamma - 1; \;\; \mathrm{v} = 0 \qquad (1.7)$$

При $F_{Tp} = \mu_* Q$ и $\gamma < 2\gamma_*$; $\gamma_* = tg\mu_*$ из (1.5) и (1.2) получим

$$\left.\begin{aligned} &\varepsilon = \varepsilon^{(0)} + k\varepsilon^{(1)}t; \;\; \varepsilon^{(1)} = -\varepsilon^{(0)}(b^2 - 1)^{-1} \\ &\mathrm{v} = \mathrm{v}^{(0)} + k\mathrm{v}^{(1)}t; \;\; \mathrm{v}_1^{(1)} = \varepsilon^{(0)} b(b^2 - 1)^{-1} \end{aligned}\right\} \qquad (1.8)$$

Если в точке излома *A* (рис.1) имеем условия (1.8), то возникновение обрыва вязкоупругой нити в точке *B* (рис.1) с учетом (2.15) и (2.6) будет

$$2\sigma_1\Big|_{x_1=0} = \sigma_{пр}^{(в)};$$

(1.9)

или

$$\sigma_{пр}^{(у)}(1 - kt) + kd_8 t = \sigma_{пр}^{(в)}$$

(1.10)

Здесь

$$d_8 = d_{10} = 4b_{02}\frac{\cos\gamma}{1 + \cos\gamma} \qquad (1.11)$$

Из (1.10) определяется момент времени возникновения обрыва вязкоупругой нити в виде

$$t = t_p = \frac{\sigma_{np}^{(y)} - \sigma_{np}^{(в)}}{k(\sigma_{np}^{(y)} - d_8)} \qquad (1.12)$$

Из (1.12) также следует, что при $\sigma_{np}^{(y)} = \sigma_{np}^{(в)}$ нить обрывается в момент удара; при $\sigma_{np}^{(y)} > \sigma_{np}^{(в)}$ нить обрывается в момент времени $t = t_p$ и при $\sigma_{np}^{(y)} < \sigma_{np}^{(в)}$ нить не обрывается.

Здесь также решение задачи с разрушением будет отличаться от решения без разрушения лишь в области *1*- $0 \le x_1 < t$.

Также можно исследовать разрушения упругой и вязкоупругой нити, когда за точкой излома *A* возникает сморщивание (условие (1.9) нити и учитывая громоздкости, ее здесь не приводим. Следует отметить, что в этом случае после разрушения вязкоупругой нити в точках клина *B* и B_1, всюду в области *BA* и B_1A_1 нить сморщиваются, т.е. решение (1.9) верно в области *BA* и BA_1.

Литература

1.Муталлимов Ш.М. Волновая динамика гибких связей. Изд-во "Елм", Баку, 2001, с.267.

*2.*Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. Фитматгиз, Москва, 1961, с.399.

Abstract

In the work for a supersonic mode the intense condition and breakage linearly viscoelastic Macsvell type strings are considered at cross-section impact by a symmetric wedge, having flat forward part. Impact is made with a constant speed and is accepted, that carving in part fits to the surface of striking "Wedge".

О НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ АЛГОРИТМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ФОНА В ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЯХ ПОЛНОГО СЛИЯНИЯ

Ибадуллаев Дастан[1,2,3], Цыганов Юрий[1], к.ф.м.н.Гиниятова Шолпан[2]
[1]Объединённый институт ядерных исследований
[2]Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилёва,
[3]Институт ядерной физики, 050032 Алматы, Казахстан.

Ключевые слова: Сверхтяжёлые ядра, корреляции, полупроводниковый детектор, газонаполненный сепаратор, циклотрон, остатки испарения.

1. Введение

Наиболее интересную информацию о свойствах ядер получают при исследовании их экстремальных состояний. Примерами таких ядер являются сверхтяжелые ядра (СТЯ). Синтез СТЯ является актуальной темой для исследования, так как это может привести к расширению наших знаний в области фундаментальной физики, привести к созданию новых изотопов для исследования и использованию в различных областях, а также помочь решить важные проблемы в различных областях физики. Сверхтяжелые ядра в окрестности атомного номера Z = 114 содержат наибольшее число протонов. На

протяжении полувека различные ядерные модели предсказывали существование так называемого «острова стабильности» сверхтяжёлых ядер - области ядер вокруг ^{298}Fl (Z=114). Согласно этим предсказаниям, время жизни таких ядер может быть равным 1000, 100 000 и даже миллионам лет. СТЯ образуются в реакциях полного слияния тяжёлых ионов (^{48}Ca, ^{50}Ti, ^{54}Cr) с актинидной мишенью (Pu, U, Cf, Am, Th, Bk и др). Сверхтяжелые ядра (СТЯ) с атомными номерами от 113 до 118 были синтезированы на газонаполненном сепараторе ядер отдачи ГНС-1 в Дубне. Для синтеза новых элементов тяжелее 118 и изотопов уже известных СТЯ в ЛЯР ОИЯИ была создана Фабрика СТЯ на базе нового циклотрона ДЦ-280. Первой установкой Фабрики является новый газонаполненный сепаратор ГНС-2, которая описана в [1, стр. 166640]. Особенностью экспериментов по синтезу СТЯ является обнаружение редких цепочек распада сверхтяжелых элементов (событий α и/или SF). Самая важная проблема, связанная с открытием новых элементов, заключается в вероятности того, что наблюдаемая цепочка событий вызвана случайной корреляцией несвязанных событий. Эта работа направлена на установление начальных условий для алгоритмов реального времени по поиску ER-α-α коррелированных событий. При рассмотрении термина "начальные условия" в нашем случае следует иметь в виду следующие параметры: интервалы корреляции времени для последовательности ER-α или α-α, записанный интервал энергии для сигналов ядер отдачи и альфа-частиц, интервал амплитуды (в каналах) сигнала ΔE и, в целом, тип последовательности срабатывания триггера (ER-α, α-α, ER-α-α и т.д.).

2. Детектирующая система сепаратора ГНС-2.

Детектирующая система установки ГНС-2 описана в [2 стр. 768-770, 3 стр. 19-22]. Она позволяет регистрировать сигналы отдачи (ER), альфа-частиц (α) и спонтанного деления (SF). С точки зрения архитектуры спектрометра, ее можно рассматривать как две ветви одной системы. Одна является цифровой (основной), а другая - аналоговой (дополнительной). Обе ветви системы обнаружения обеспечивают хранение событий от ядерных реакций на каждом этапе. Для обеспечения работы без фона используется аналоговая система [3 стр. 19-22]. Для данной цели в режиме реального времени обнаруживается комбинация сигналов, например, ER-α. После поиска этих сигналов, коррелирующих по энергии-времени-положению, в общем потоке данных происходит отключение пучка циклотрона на короткое время. Таким образом, все дочерние ядра регистрируются в режиме без фона. В данной детектирующей системе мы используем как позиционно-чувствительный кремниевый детектор (DSSD - Double Side Strip Detector), так и газовый детектор, заполненный пентаном низкого давления [4 стр. 452-453, 5 стр. 214-215].

3. Начальные условия для метода поиска активных корреляций.

Для обнаружения в реальном времени последовательностей, таких как ER-α или даже ER-α-α для неизвестных ядер, исследователь должен использовать любые теоретические или эмпирические оценки для времени жизни ядер под исследованием, а также для дочерних ядер, внедренных в кремниевый детектор. В работах [3 стр. 22, 6 стр. 330] представлены четыре параметра формулы, основанной на экспериментальных данных из работы [7 стр. 62-98]. В [3 стр. 23-25] результаты из этой статьи сравниваются с известными результатами формулы Ройера с шестью параметрами [8 стр. 034312]. С другой стороны, при подготовке как рукописи, так и статьи [3 стр. 18-31], был проведен очень успешный эксперимент ^{242}Pu+^{48}Ca→^{287,286}Fl+3, 4n на установке ГНС-2 [9 стр. 024612]. В принципе, аналогично [3 стр. 22], параметр d был найден из формулы $\log\left(T_{\frac{1}{2}}^{measured}\right) = (aZ + b) \cdot Q_{\alpha}^{-\frac{1}{2}} + c \cdot Z + d,$ где a=1.78722, b=-21.398 и c=-

0.25488. Результаты перечислены в таблице 1. В этой работе параметр *d* был выбран свободным, поскольку его можно считать более консервативным параметром, который не имеет связи со значениями *Q* и *Z*. Среднее значение <*d*> равно -28.3180±0.3241. Обратите внимание, что этот результат близок к полученному в [3 стр. 22] – *d*=-28.0928.

Таблица 1. Параметры альфа-цепочек 6 СТЯ

Изотоп	^{287}Fl	^{286}Fl	^{283}Cn	^{279}Ds	^{275}Hs	^{271}Sg
Q_α, МэВ	10.157	10.335	9.667	9.827	9.461	8.629
$T_{1/2}$, *c*	0.360	0.19	4.0	1.4	0.9	43
d	-28.60256	-28.3852	-28.349	-27.7	-28.315	-28.5565

Вторым начальным параметром для применения метода активной корреляции является выбор зарегистрированного интервала энергии для отдачи ядер, имплантированных в кремниевый детектор, с учетом относительно большого значения PHD (дефекта высоты импульса) в кремнии. Для этой цели в настоящее время используются два реалистичных подхода. Один из них связан с Монте-Карло-расчетом спектров тяжелых ядер отдачи [10 стр. 358, 11 стр. 827-840]. Другой подход основан на эмпирических зависимостях в форме $E_{reg}=f(E_{in})$, которые представлены, например, в статье [12 стр. 376]. Здесь E_{reg} - зарегистрированная энергия отдачи ядра, а E_{in} - расчетное значение, поступающее в детектор.

4. Тестирование нового алгоритма поиска ER-α, ER-α-α корреляций.

За последний год новый алгоритм был протестирован на циклотроне ДЦ-280 ЛЯР с использованием высокоинтенсивного пучка ^{48}Ca (от 0,1 pμA до 6 pμA). Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Тестирование нового алгоритма.

Реакция/ Интенсивность пучка	ER-α алгоритм	α-α	ER-α-α	ER-α; тест гибкого алгоритма [3 стр. 27-28]
^{242}Pu+^{48}Ca [9 стр. 024612], До 3 pμA	~2 месяца		45 мин; Цепочек Fl не было зарег.	4,2 ч.; Одно событие Fl было зарегистрировано. Время корреляции ER-α - от 50 мс до 19,7 с.
^{243}Am+^{48}Ca [13 стр. L031301], ~1.2 pμA	~3 месяца	~1.5 часа		6.1 h; One event of Mc was detected
^{238}U +^{48}Ca [9 стр. 024612], До 6 pμA	~1 месяц		69 мин; Цепочек Cn не было зарег.	2.5 h; No event of^{283}Cn

5. Заключение.

Приведены способы определения начальных условий для гибкого алгоритма по поиску коррелированных событий в экспериментах по синтезу СТЯ на новом газонаполненном сепараторе ГНС-2 Фабрики СТЯ ЛЯР ОИЯИ. Показаны первые тесты данного алгоритма в первых экспериментах на ГНС-2.

Литература

1.Yu. Ts. Oganessian et al., *NIM A* **1033** (2022) pp. 166640.

2.Yu.S. Tsyganov et. al. *Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl*, v. *14, no. 4,* pp. *767-774, 2021*.
3.D. Ibadullayev et. al. *Eurasian Journal of Phys. and func. Mat.*, v. *6,* pp. *18-31, 2022*.
4.Yu.S. Tsyganov et. al. *Applied Radiation and Isotopes*, vol. *47, no. 4,* pp. *451-454, 1996*.
5.Yu.S. Tsyganov et. al., *NIM A*, vol. *525,* pp. *213-216, 2004.*
6.Yu.S. Tsyganov, A.N. Polyakov *NIM A*, vol. *558,* pp. *329-332, 2006.*
7.Yu.Ts. Oganessian, V.K. Utyonkov *Nuclear Physics*, vol. *A944,* pp. *62-98, 2015*.
8.Zhishuai Ge at al. *Phys. Rev. C*, vol. *98,* pp. *034312, 2018.*
9.Yu. Ts. Oganessian et. al., *Phys. Rev. C* **106**, (2022) 024612.
10.Yu.S. Tsyganov, *NIM A*, vol. *378,* pp. *356-359, 1996*.
11.Yu.S. Tsyganov, *Physics of Particles and Nuclei*, vol. *42, no. 5,* pp. *812-845, 2011*.
*12.*Yu.S. Tsyganov, *PEPAN Letters*, vol. *8, no. 4,* pp. *374-378, 2011.*
13.Yu. Ts. Oganessian et. al., *Phys. Rev. C* **106**, (2022) L031301.

Summary

Ways of determining initial conditions for a flexible algorithm for searching for correlated events in experiments on the synthesis of superheavy elements on the new gas-filled separator DGFRS-2 of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions JINR are presented. The first tests of this algorithm in the initial experiments on DGFRS-2 are shown.

ÜZÜM ŞİTİLLƏRİNİN HAZIRLANMA TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

Dos. Cavadov E.M., dos. Nağıyev M. T.
Gəncə Dövlət universiteti
e-mail: elcin.55@bk.ru, e-mail: mnaiıev.@mail.ru.

Açar sözlər: üzüm bağları, ting, şitillik, calaq, calaqüstü
Ключевые слова: виноградники, саженец, саженец, стебель, стебель.

Üzümçülük Azərbaycan Respublikasının ən gəlirli sahələrində biridir. Yeni üzüm bağlarının salınması və bar verən üzümlüklərdə seyrəkliyi aradan qaldırmaq üçün tinglik təsərrüfatlarının olması olduqca böyük əhəmiyyətə malikdir. Ona görə ki, filloksera zərərvericisi Azərbaycanın bütün üzümçülük təsərrüfatlarına sirayət edib.

Hal-hazırda Azərbaycan Respublikasının üzümçülük təsərrüfatlarının mexanikləşdirilmiş, mədəni şitilçilik təsərrüfatları çox azdur. Belə bir halda məcburiyyət qarşısında qalır ki, xarici ölkələrdən tənək şitilini (tingini) valyuta hesabına alsın və bunun nəticəsində sort qarışığına yol verilmiş olur. Müxtəlif tənək xəstəlikləri, zərərvericiləri gətirilmiş olur.

Bunları nəzərə alaraq respublikada şitillik təsərrüfatlarında qabaqcıl becərmə texnologiyasını və maşın kompleksini tətbiq etmək və tövsiyələr tərtib etmək vacibliyi mövcuddur.

Üzüm şitilinin calaq üsulu ilə yetişdirilməsi müxtəlif texnoloji əməliyyatları əhatə edir. Tənəyi çoxaltmağın müxtəlif üsulları var: toxumla, zoğu nükəndə etməklə, çiliklərlə və calaq etməklə. Calağı tənək kökünün üstündə və yaxud otaq şəraitində aparmaq olar. Otaq şəraitində calaq etmək, müəyyən üsulla calaqüstü çiliyi, yəni mədəni sortu calaqalı çiliyə birləşdirmək deməkdir. Calaqetmə üsuluna üstünlük verilir ki, calaqetmə komponentlərdən

biri (calaqaltı çiliyi) fillokseraya davamlıdı. Calaqetmə komponentlərinin diametrləri bir-birinə uyğun, kəsilməsi isə təmiz olmalıdır.

Kalibretmə maşınları uzunluğu 5-6 sm calaqüstü, 30-35 sm calaqaltı çilikləri kəsə bilməli, diametri 6-12 sm olan zoğları 1 mm (yaxud 0.5; 0.8 mm) dəqiqliklə müxtəlif diametrlərə uyğun olaraq ayrılmalıdır.

İstehsalatda MZKÇ-3, MRKÇ-5, MK-1 və PNK-1 markalı çilikləri kəsən və kalibrləşdirmə edən maşınlar və yarımavtomatlar mövcuddur.

Müxtəlif calaq üsulları olduğu kimi, müxtəlif çalaq etmə maşınları var. Ən geniş tətbiq edilən MP-7 markalı çalaq edən maşın Moldovada (Kişinyov) istehsal olunur. Gürcüstanda ŞİL-1 markalı əllə calaq etmə aləti geniş yayılmışdı. PUQ-1, PNK-1 və PPÇ-1 yarımavtomatlar kompleksi Ukraynada çox geniş yanılmışdır.

Üzüm tinklərinin hazırlanmasında ən mühüm iş üzüm qələmlərinin calaq olunmasıdır.Üzüm qələmlərini calaq etmək üçün bir neçə üsullar mövcuddur. Ən geniş yayılmış «yuva-diş» adlandırılan üsuldur. Bu üsullara uyğun olaraq müxtəlif calaq edən maşınlar mövçuddur.

Üzüm tinklərin hazırlanmasında PS-3, PM-450, MP-7A və PPÇ markalı calaq edən maşınlar hazırlanmışdır.

PS-3 calaq edən maşın Moldoviya üzümçülük elmi-tədqiqat institutunda hazırlanıb. Üzüm qələmlərini bir-biri ilə dəmir bəndlərlə birləşdirilməsi nəticəsində calaqaltı və calaqüstülərinin kallus yetişdirilməsi tam əmələ gəlmir. Belə ki bu maşınla hazırlanan üzüm tinglərin birləşmə yerində «ölmüş» sahələr əmələ gəlir, bu da qoyulmuş aqrotexniki tələblərə uyğun gəlmir.

PM-450 calaq edən maşın Bolqarıstanda hazırlanıb. Bu maşında «yuva-diş» «ω» omeqa şəklində hazırlanır. Calaqaltı ilə calaqüstünün birləşməsi zəif alınır, bu da calaq edilmiş tinglərin qırılmasına səbəb olur.[2,3]

MP-7A calaqedən maşın Moldoviyada hazırlanıb. Bu maşında calaqüstü ilə calaqaltı birləşməsi təzə üsulla həyata keçirilir, yəni pilləli «yuva-diş» birləşməsi ilə səkkizsaatlı iş növbəsində maşının məhsuldarlığı 2000 ədəd calaq edilmiş üzüm qələmləri təşkil edir.

Ukrayna üzümçülük və şərabçılıq elmi-tədqiqat institutunda üzüm qələmlərini «diş-yuva» üsulu ilə calaq edən PPÇ yarım avtomat hazırlanıb. Bu yarımavtomatla bir növbədə 14-15 min ədəd calaq etmək olar. Lakin avtomatın işləməsi üçün mütləq diametrinə görə çeşidlənmiş (kalibrəedilmiş) material (calaqüstü və calaqaltı) lazımdır.[2]

Cədvəl 1. Calaq olunmuş üzüm şitili yetişdirmək üçün maşınlar kompleksi

№	Texnoloji əməliyyatlar	Aqreqatın tərkibi	
		Traktor	İşçi maşın
1	Calaqaltı qələmlərdə gözcüklərin ləğv edilməsi	-	PUQ-1, MUQ-2
2	Calaqaltı qələmlərin kalibrlərə ayrılması	-	PNK-1, PNK-2
3	Calaq komponentlərin calağı	-	MP-7A, PP-4
4	Calaqların stratifikasiyaya qoyulması	-	UES-6
5	Şırımların açılması	MTZ-80	MPB-1-2-3-q
6	Calaqların basdırılması	-	BPM-2A, QB-35/28
7	Tingliyin dərin yumşaldılması	MTZ-80	MUŞ-1.3
8	Cərgələr arası kultivasiya	MTZ-80	MUŞ-1.3
9	Gübrə verməklə dərindən yumşaltma	MTZ-80	MUŞ-1.3
10	Bordo mayesinin hazırlanması	MTZ-80	APJ-12
11	Çiləmə	MTZ-80	OP-2000
12	Suvarma arxlarının açılması	DT-75M	KZU-0.3,PRVM-150
13	Şitillərin qazılıb çıxarılması	DT-75M	VPN-2, VM-25

Azərbaycanda üzüm qələmlərinin calaqedilməsi istehsalını bərpa etmək və iri miqyasa çatdırmaq üçün kompleks maşınlar əldə edilməlidir:

- PPÇ – üzüm qələmlərini calaq edən yarımavtomat [1]
- PNK-3 calaqüstü və calaqaltı qələmləri diametrləri üzrə çeşidləyən (kalibrəedən) yarımavtomat [1]
- PUQ – calaqaltı üzüm qələmlərin cücərtiləri məhv edən yarımavtomat [1]

Ədəbiyyat

1. Комплекс машин для прививки виноградных черенков, Буклеты
2. Мищуренко А.Г.-Виноградный питомник, М . 1977 г
3. Жуков А.И. и др.-Привитая культура винограда, М. 1989

Резюме

Известно, что филлоксера – это бич виноградарства. В связи с этим возникает проблема борьбы с филлоксерой. Одним и очень важным является производство привитых виноградных саженцев. Возникает потребность создания в виноградарческих хозяйствах привитого посадочного материала. Поэтому дана рекомендация по использованию машин-комплексов для производства виноградного посадочного материала.

Summary

It is known that the phylloxera scourge of viticulture. In this connection there arises the problem of combating phylloxera. One very important is the production of grafted grape plants. There is a need to establish farms in vinogradarcheskih grafted planting material. Therefore, a recommendation on the use of machines, systems for the production of grape planting material.

Cu-Al SİSTEMLİ DİSPERS MÖHKƏMLƏNƏN OVUNTU KOMPOZİSİYA MATERİALLARININ SIXLAŞMASININ BƏZİ QANUNAUYĞUNLUQLARI

Dos. Yaqubov E. K.
Gəncə Dövlət Universiteti
emin.yaqubov@mail.ru

Açar sözlər: alüminium, mis, metal ovuntusu, sıxlaşdırma, matrisa, dispers material.
Key words: aluminum, copper, metal scrap, densification, matrix, dispersed material

Fiziki-mexaniki xassələrin orjinal vəhdətində yeni materialların alınması sahəsində ovuntu metallurgiyasının uğurları məlumdur. Lakin elə ovuntu sistemləri var ki, onların sıxlaşma qabiliyyəti hələ də ardıcıl şəkildə öyrənilməmişdir. Belə sistemlərdən biri xüsusi çəkilərinə görə bir-birindən kəskin fərqlənən mis (γ= 8,96 q/sm^3) və alüminium (γ=2,7q/sm^3) əsasında yaradılan kompozisiya materiallarıdır. Belə metallardan dispers materialların presıənmə prosesi xeyli yeni qanunauyğunluqların dəqiqləşdirilməsini tələb edir. Ona görə də Cu-Al sistemi dispers möhkəmlənən materialların sıxlaşma prosesinin tədqiqi və sıxlaşma xarakterində bəzi müddəaların dəqiqləşdirilməsi elmi cəhətdən çox aktualdır.

Tədqiqatın məqsədi müxtəlif xarakterli dispers kompozisiya materiallarından hazırlanan məmulatların təzyiq altında formalaşdırılması zamanı baş verən deformasiyalar nəticəsində müşahidə olunan sıxlaşma prosesinin cərəyan etməsi mexanizminin mərhələli şəkildə araşdırılması, eləcə də prosesin gedişində müşahidə olunan mürəkkəb xarakterli sıçrayışların elmi cəhətdən əsaslandırılmasıdır. Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti dispers ovuntu kompozisiya materiallarının təzyiqlə emalı zamanı baş verən sıçrayış xarakterli sıxlaşmanın təyin edilməsinə dair müddəaların əsaslandırılmasından ibarətdir. Belə ki, təzyiqlə emal prosesində baş verən müxtəlif xarakterli deformasiya proseslərindən irəli gələn sıxlaşma kəmiyyətinin düzgün qiymətləndirilməsi qeyd olunan materiallardan müxtəlif təyinatlı məmulatların istehsalında mühüm əhəmiyyət kəsb edən bir məsələdir.

Ovuntu kompozisiya materialları üzərində apardığımız tədqiqatlar zamanı bizim tərəfimizdən müəyyən edilmişdir ki, *Cu-Al* sistemi dispers materialların sıxlaşma prosesi fasiləsiz-diskret (sıçrayışlı) xarakterə malikdir. Bu tədqiqatımızın məlumatları müxtəlif sahədə dispers materialların sıxlaşmasında digər müəlliflərin eksperimentləri ilə də təsdiqlənir [1-3]. Lakin bu müəlliflər nəticələrin aproksimasiyasında sıxlaşma əyrisini düzləndiriblər və ya hadisəni təsadüfü hesab edərək izah etməmişlər. Bu da göstərilən işlərdə verilmiş diaqram formalarında və sıxlaşma əyrilərində öz əksini tapmışdır (şəkil 1,2). Məmulatların preslənməsində sıxlaşma prosesinin sıçrayışabənzər xarakteri özünü aydın şəkildə biruzə verir. Bu onunla izah olunur ki, təzyiqin müxtəlif zonalarda qeyri-bərabər paylanması ucbatından baş verən deformasiya prosesləri müxtəlif xarakterə malik olur. Bu deformasiyalar məmulatın ümumi həcmində cəmlənir və sıxlaşmanın ümumi xarakterini müəyyənləşdirir.

Dispers səpilmiş materiallarda sıxlaşmanın sıçrayışabənzər xarakteri müvafiq eksperimentlərin həyata keçirilməsindən əldə olunan nəticələrin emalında dəqiq aşkarlanır. Prosesin tədqiqi üçün sadə formalı (düzbucaqlı prizmalar və ya silindirlər) içi boşluqlu pres-qəliblər tətbiq edirik və onların ölçülərini elə seçirik ki, tədqiq etdiyimiz nümunənin sıxlaşdırılmasında aşağıdakı şərt ödənsin:

$$\frac{P_{xyz}}{P_{or}} \cong 1 \,, \qquad (1)$$

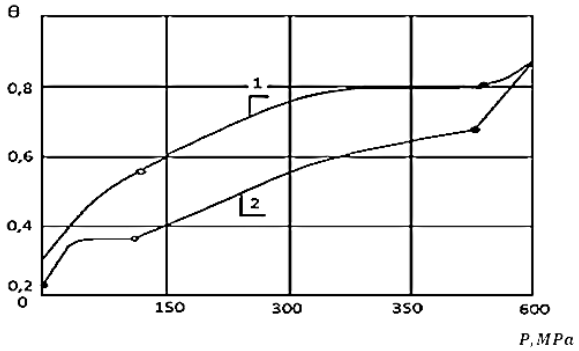
burada, P_{xyz} - tədqiq olunan nümünənin istənilən nöqtəsində sıxlaşdırma qüvvəsi; P_{or} – sıxlaşdırma qüvvəsinin orta qiymətidir.

Bu cür seçim elementar şəkildə dispers səpilmiş kompozisiyanın həcmini hesablamağa imkan verir və əsasən müxtəlif növ deformasiyaların üst-üstə düşməsini istisna edir. Bu halda sistemin verilmiş parametrlərin təsirinə olan reaksiyası və yaxud asılı dəyişən kimi nümunənin sıxlığı (xüsusi çəkisi) qəbul olunur. [4]-cü işin müəllifinin təcrübəsinə əsaslanaraq tədqiq olunan həcmə təsir edən ilkin amillər kimi aşağıdakıları qeyd etmək mümkündür: kompozisiyanın komponentlərinin ilkin sıxlığı (səpilmə sıxlığı) və sıxlaşdırılan nümunənin ümumi nisbi deformasiyası. Sıxlaşma prosesinə təsir edən bütün digər amillər (yük, zaman, hissəciklərin forması, ölçüləri və s.) ilkin amillərin vasitəsilə dolaysı təsir edən kimi öyrənilir.

Dispers səpilmiş materialların sıxlaşma prosesinin xarakterini digər müəlliflərin [5] tədqiqatlarına əsasən müəyyən etdiyimizə görə əlavə eksperimental sınaqların tətbiqinə ehtiyac olmamışdır. Belə ki, bizim tərəfimizdən eksperimentlərin aparılmasının ənənəvi ardıcıl planı tətbiq edilməklə orta sıxlıq kəmiyyətinin (θ) təzyiqdən (p) asıllığı tədqiq olunmuşdur. Sıxlaşma prosesinin sıçrayışabənzər xarakterini aydınlaşdırmaq üçün sıxlığın ölçülməsi intervalı sıçrayışın kəmiyyətindən on dəfə kiçik götürülmüşdür. Məlumdur ki, struktur deformasiyası nəticəsində yaranmış sıxlığın kəmiyyət göstəricisi tam ədədlərdir. Materialın hissəciklərinin məsamələrə axmasına səbəb olan plastik deformasiya halında isə bu göstərici vergüldən sonra birinci rəqəmdir. Ona görə struktur deformasiyasının üstünlük təşkil etdiyi mərhələ ilə plastiki deformasiya mərhələsi arasındakı sıçrayış vergüldən sonra bir

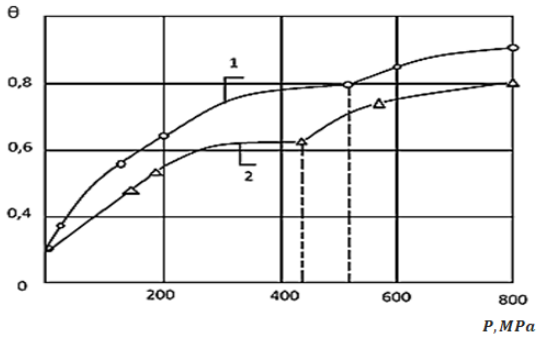
rəqəmə malik olan kəmiyyətlə ifadə olunur. Aydındır ki, təzyiqin, nümunənin ölçülərinin və kütləsinin ölçülmə dəqiqliyi vergüldən sonra ikinci işarəyə qədər təmin olunmalıdır.

Eksperimental məlumatlar üzrə qrafiklərin qurulması Y.M. Blanterın işində [6] ifadə olunan bir sıra qaydalar əsasında aparılır. Sıxlaşmanın sıçrayışşəkilli xarakterinin eksperimental təsdiqi üçün strukturu dispers fazanın strukturuna yaxın olan üç qrup material götürülmüşdür: plastik-mis ovuntusu ПМС-1və alüminium ovuntusu ; orta sərtlikli ПЖ2М3 markalı dəmir ovuntusu və 12Х18Н10Т markalı paslanmayan polad ovuntusu.



Şəkil 1. Metal ovuntularının sıxlaşma kinetikası (P, MPa):
1-mis ovuntusu; 2-alüminium ovuntusu

Sıxlaşma prosesinin tədqiqində alınmış eksperimental nəticələr və digər müəlliflərin məlumatlarının təhlili dispers səpilmiş materialların sıxlaşmasının aşağıda təsvir olunan ümumi qanunauyğunluğunu təsdiq edir (şəkil 1,2). Bütün hallarda sıxlaşma prosesi pres-qəlibə tökülmüş materialdan yaranan cəsədin elastiki deformasiyası hesabına başlayır.



Şəkil 2. Metal ovuntularının sıxlaşma kinetikası (P, MPa):
1-polad ovuntusu; 2-dəmir ovuntusu

Şəkil 1 və 2-dən göründüyü kimi, presləmə təzyiqinin qəbul etdiyimiz diapazonunda mis və alüminium ovuntularının bir vəziyyətdən digərinə keçidi iki dəfə 100 və 550 MPa-a yaxın təzyiqlərdə müşahidə olunur. Birinci sıçrayışdan sonra materialın vəziyyəti rabitələnmiş briketin yaranması ilə səciyyələnmişdir. Daha yüksək möhkəmlik həddinə malik olan dəmir və polad ovuntuları üçün isə birinci keçid 400MPa-dan yuxarı tazyiqdə baş vermişdir.

Ədəbiyyat

1. Paramanand R., Ramakrishnan P. Effect of powder characteristics on compact-ion parameters and ejection pressure of compacts // Ibid.–2010–23, № 3–p. 120-125.
2. James P.J. The green strength of die pressed zinc powder // Ibid.–2017–20. N 1.–p.21-25.

3. Пластическая деформация при прессовании порошков пластичных металлов/ И.Ф.Мартынова, В.В.Скороход, С.М.Солонин // – Москва: Порошковая металлургия, 2004, № 3/4 , с. 40 – 46.
4. Зайков М.А., Некоторые особенности уплотнения дисперсньех сыпучих материалов / М.А.Зайков, Ю.М.Шуляков, Ю.В.Трухин //Известия. Сев.Кавк.Научн. центра высш. школы. Серия технических наук, 2004, №4, с. 66- 68.
5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Москва: «Мир», 2002, 382 с.
6. Блантер М.Е. методика исследования металлов и обработка опытных данных / М.Е.Блантер. – Москва: Металлургия, 1982, 444 с.

Abstract

Studies have been carried out to investigate the process of compaction of dispersed reinforcing materials of the Cu-Al system and general issues related to the refinement of some provisions in the nature of compaction have been considered. Since the process of compaction of composite materials is of great technical and technological importance in their primary and subsequent processing, we have established and systematized a number of parameters of this process. When determining the dependence of the average value of density (θ) on pressure (p), it was found that the compaction process in dispersed materials is of an leap-shaped nature. Based on the results of the studies carried out during the compaction process, a histogram of the distribution of density measurement errors was constructed, and the distribution obtained by calculating the typical deviation was checked for normality using the compatibility criterion.

To experimentally confirm the leap-shaped nature of compaction, three groups of materials were taken, the structure of which is close to the structure of the dispersed phase, and a graph of the compaction kinetics of each type of material was plotted in the form of a relationship between the average density and the applied pressure. The conducted studies can play a significant role in determining the compaction that occurs during the pressure treatment of dispersion-strengthened composite materials.

СОЛНЕЧНЫЕЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ $A^1B^3C^6_2$

[1,2]Матиев А.Х., [3]Умаров С.Х., [4]Гасанов Н.З., [4]Р.Т. [2]Успажиев
[1]Доктор физ-мат наук Ингушский государственный университет, Магас, Россия
[2]Доктор физ-мат наук Грозненский государственный нефтяной технический университета им. М.Д. Милиллионщикова, Грозный, Россия
[3]Доктор физ-мат наук, Бухарский медицинский институт им. Абу Али ибн Сино, Бухара, Узбекистан
[4] Кандидат физ-мат, Институт Физики НАНа Азербайджана, Баку, Азербайджан
[2]Кандидат физ-мат наук, Грозненский государственной нефтяной технический университета им. М.Д. Милиллионщикова, Грозный, Россия

Abstract. This paper presents the most important results of recent achievements on the main problems of semiconductor solar power engineering, outlines not only the theoretical aspects of a particular problem, but also describes the technology for the production and

design of semiconductor solar cells based on $A^1B^3C^6_2$ compounds and operating modules, and also shows the prospects for the introduction of such photoconverters in practice.

Key words: chalcopyrite, single crystal, film, solar cell, photoconverter

Многокомпонентные полупроводниковые соединения со структурой халькопирита (в особенности $CuInSe_2$) вызывают особый интерес исследователей с точки зрения их использования в качестве поглощающего слоя в солнечных элемента [1-28]. Это обусловлено следующими причинами:

1) Ширина запрещенной зоны твѐрдых растворов $Cu(In,Ga)(S,Se)_2$ изменяется в диапазоне 1.0–2.4 эВ [22, 23] и может быть идеально согласована с оптимальным значением для фотопреобразователей солнечной энергии (1.2–1.6эВ).

2) Чрезвычайно высокие значения показателя поглощения света ($3\cdot10^5$–$6\cdot10^5$ см$^{-1}$) при сопоставлении со всеми известными полупроводниками, поэтому толщина формируемых структур может составлять 3 –5 мкм [11,12].

3) Пленки $CuInSe_2$ и $CuIn,Ga)Se_2$ могут быть получены различными методами на промышленном технологическом оборудовании, при этом сравнительно просто могут быть сформированы СЭ с КПД 14–17% [10-14].

4) Высокая стабильность характеристик. После непрерывной работы в течение $7\cdot10^4$ часов при освещении имитатором солнечного излучения и температуре 60°С ни один из параметров негерметизированных элементов не ухудшился, Кроме того, радиационная стойкость приборов на основе $CuInSe_2$ и $Cu(In,Ga)Se_2$ в 50 раз выше по сравнению с монокристаллическим кремнием и GaAs [16-77].

5) Низкая себестоимость. Так, на производство батареи мощностью 1.0 кВт требуется ~80 г соединения $Cu(In,Ga)Se_2$. При крупносерийном производстве (~60 МВт/год) ожидается себестоимость модуля 0.65–0.8 долл. США /Вт [21].

Конструкции некоторых типов $Cu(In,Ga)Se_2$ солнечных элементов представлены на рисисунке 1 [8,17]. Существует множество различных методов нанесения $CuInSe_2$ поглощающих пленок для солнечных элементов, каждый из которых имеет свои преимущества и свои недостатки. Среди них испарение из нескольких источников, селенизация Cu-In пленок, электроосаждение, осаждение из физических и химических паров. Наилучшие результаты показывают солнечные элементы с поглотителями, полученными испарением составных элементов соединения и селенизацией предварительно нанесенных Cu-In плѐнок. Ключевой проблемой синтеза $CuInSe_2$ плѐнок является контроль соотношения Cu/In в соединении, так как даже незначительное отклонение состава от стехиометрического может привести к значительному изменению параметров и характеристик солнечного элемента.

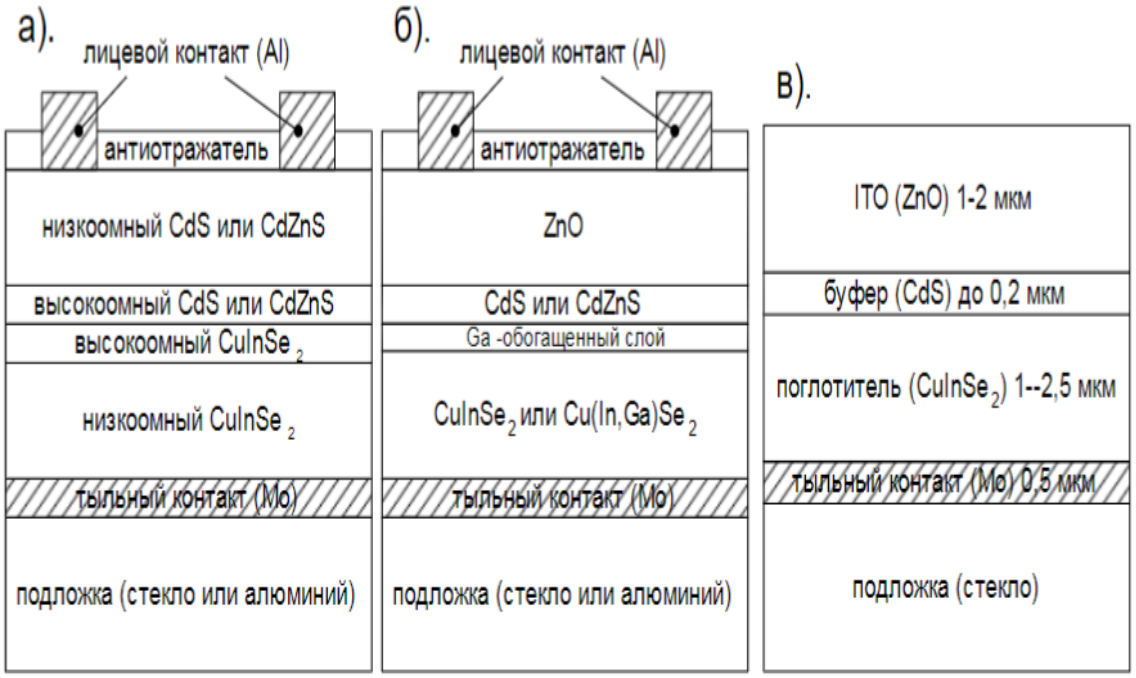


Рис. 1.

Структура солнечных элементов на основе трехкомпонентных соединений меди: а) с CdS оптическим окном и антиотражателем; б) с ZnO оптическим окном и антиотражателем; в) с прозрачным лицевым электродом.

В силу этого, а также из-за отсутствия интереса к $CuInSe_2$ со стороны твердотельной электроники, пока не существует единого технологического процесса для синтеза $CuInSe_2$ пленок, пригодного для промышленного внедрения. По состоянию на 2005 год разработки в области $CuInSe_2$ солнечных элементов вели фирмы Siemens Solar, Energy PV, Global Solar/ITN, Unysolar и другие. Средняя эффективность экспериментальных СЭ составила 17% для $Cu(In,Ga)Se_2$ (при рекордной эффективности в 19.2%) и солнечных модулей 12% 77-80. Следует отметить, что рекордная эффективность достигается исключительно на солнечных элементах малой площади (менее 1.0 см^2).

Основные характеристики некоторых солнечных элементов на основе тройных соединений меди $CuInSe_2$ и родственных полупроводников представлены в таблице 1 [77-80].

Анализируя ситуацию с $CuInSe_2$ солнечными элементами, необходимо отметить, что они обладают наибольшим потенциалом для дальнейшего усовершенствования, как со стороны введения добавок галлия, серы, натрия и кислорода, так и с точки зрения усовершенствования используемых технологических операций, так как в силу недостаточной изученности соединения оптимальная технология синтеза $CuInSe_2$ пока не найдена. Это выгодно отличает $CuInSe_2$ и родственные ему соединения меди со структурой халькопирита от других светопоглощающих материалов, так как дальнейшая работа по усовершенствованию $CuInSe_2$ СЭ неизбежно должна привести к улучшению их характеристик по сравнению с остальными солнечными элементами, которые уже достигли (или почти достигли) оптимальной технологии производства и оптимальной конструкции.

Солнечные элементы на основе $CuInSe_2$ и родственных полупроводников

Таблица.1

Материал, структура	*S*, см^2	U_{OC}, мВ	J_{SC}, мА/ см^2	*f*, %	КПД, %	Организация
$ZnO/CdS/CuInSe_2$	0.192	539	33.7	73.6	13.4	Siemens Solar
ZnO/(Cd,Zn)S/ /$CuInSe_2$/Mo	1.003	604	34.3	67.9	14.1	Boeing
ZnO/(Cd,Zn)S/ /$CuInSe_2$/Mo	0.99	483	35.6	67.7	11.5	ISET
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	0.41	674	34.0	77.3	17.7	NREL
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	1.03	678	32.0	75.8	16.4	NREL
Cu(In,Ga)Se_2	0.48	655	-	-	17.6	Matsushit
$CuGaSe_2$	0.38	870	-	-	9.3	IPE
ZnO/Cd,Zn)S/ /$CuInSe_2$	69	690	-	68	12.7	Siemens Solar
MgF_2/ZnO/CdS/ /$CuInSe_2$/Mo/ss	0.35	519	41.2	75	16.1	RIT/IM/IPE(KTH)
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	0.40	660	31.5	78.7	16.4	NREL
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	-	558	41.0	71	16.2	Siemens Solar
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	0.25	715	23.7	71	12.0	IPE
$CuInSe_2$/$CuGaSe_2$	-	573	32.8	70.8	13.3	NREL
Cu(In,Ga)Se_2	0.164	600	33.8	73.3	14.9	DEEE
MgF_2/ZnO/CdS/	-	515	41.2	73	15.4	IPE/KTH

/$CuInSe_2$/Mo/ss						
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	0.33	641	35.8	73	16.9	IPE/KTH
MgF_2/ZnO/CdS/ /Cu(In,Ga)Se_2/Mo	0.25	541	31.1	76	15.4	IPE
ZnO/(Zn,Cd)S/ /$CuGaSe_2$	-	756	13.7	60	6.2	IPE
ZnO/CdS/$CuInSe_2$	-	493	38.7	72	13.7	IPE
Cu(In,Ga)Se_2	-	589	35.6	75	15.8	IPE
$CuInS_2$	-	705	23.3	72	11.8	IPE
$CuInSe_2$	-	613	33.6	72.5	14.9	KTH
CdS/Cu(In,Ga)Se_2/ /Mo/ss	-	575	32.3	75	13.9	KTH
CdS/Cu(In,Ga)Se_2/ /Mo/Al+NaF	-	582	32.7	75	14.3	KTH
In_2O_3/CdS/ /CuIn(S_xSe_{1-x})$_2$	0.485	560	30.0	48.5	8.15	DEEE

Литература

1. Sims, R.E.H. Renewable energy: a response to climate change / R.E.H. Sims // Solar Energy. – 2004. – Vol. 76, - P. 9-17.
2. Overstraeten, R.Van. Physics, Technology and Use of Photovoltaics / R.Van. Overstraeten. – Bristol and Boston: Adam Hilger Ltd, 1986. – 278 p.
3. Birkmire, R.W. Compound polycrystalline solar cells: Recent progress and Y2K perspective / R.W. Birkmire // Solar Energy Materials and Solar Cells. - 2001. – Vol. 65. – P. 17-28.
4. Schock, H.W. CIGS-based solar cells for the next millennium / H.W. Schock, R. Noufi // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2000. - Vol. 8. - P. 151–160.
5. CIS-based thin-film photovoltaic modules: potential and prospects / B. Dimmler [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2002. - Vol. 10. - P. 149–157.
6. Siebentritt, S. Wide gap chalcopyrites: material properties and solar cells / S. Siebentritt // Thin Solid Films. – 2002. – Vol. 403-404. – P. 1–8.
7. Kazmerski, L.L. Photovoltaics: A review of cell and module technologies / L.L. Kazmerski // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 1997. – Vol. 1, № 1,2. – P. 71–170.
8. Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики / С. Фонаш [и др.]; под ред. Т. Коутса, Дж. Микина. – М.: Мир, 1988. – 306 с.

9. Progress towards 20% efficiency in Cu(In,Ga)Se polycrystalline thin-film solar cell / M.A. Contreras // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. – 1999Vol. 7. – P. 311–316.
10. Schock, H.W. Thin film photovoltaics / H.W. Schock // Applied Surface Science. – 1996. – № 92 – P. 606– 616.
11. Solar cell efficiency tables (version 19) / M.A. Green [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2002. - Vol. 10. - P. 55–61.
12. Solar cell efficiency tables (version 22) / M.A. Green [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2003. - Vol. 11. - P. 347–352.
13. Solar cell efficiency tables (version 26) / M.A. Green [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2005. - Vol. 13. - P. 387–392.
14. Solar cell efficiency tables (version 27) / M.A. Green [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2006. - Vol. 14. - P. 45–57.
15. Characterising superstrate CIS solar cells with electron beam induced current / J. Rechid [et al] // Thin Solid Films. – 2000. – Vol. 361-362. – P. 198-202.
16. Rau, U. Electronic properties of $Cu(In,Ga)Se_2$ heterojunction solar cells - recent achievements, current understanding and future challenges / U. Rau, H.W. Schock // Appl. Phys. A: Materials Science & Processing. - 1999. - Vol. A 69. - P. 131-147.
17. Rau, U. $Cu(In,Ga)Se_2$ Solar Cells / U. Rau, H.W. Schock // Series on Photoconversion of Solar Energy. - 2001. - Vol. 1. - P. 277-345.
18. A 21.5% efficient $Cu(In,Ga)Se_2$ thin-film concentrator solar cell / J.S. Ward [et al] // Prog. Photovolt.: Res. and Appl. - 2002. - Vol. 10. - P. 41–46.
19. Steps toward industrialization of Cu-III-VI2 thin-film solar cells: a novel full in-line concept / L.X. Shaoa [et al] // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2003. – Vol. 64. – P. 1505–1509.
20. Single source precursors for fabrication of I-III-VI2 thin-film solar cells via spray CVD / J.A. Hollingsworth [et al] // Thin Solid Films. – 2003. – Vol. 431–432, № 1–2. – P. 63–67.
21. Moudakir, T. $CuIn_{1-x}GaxS_2$ wide gap absorber grown by close-spaced vapor transport / T. Moudakir, K. Djessas, G. Masse // Journal of Crystal Growth. – 2004. – Vol. 270. – P. 517–526.
22. Alberts, V. Band gap engineering in polycrystalline $Cu(In, Ga)(S, Se)_2$ chalcopyrite thin films / V. Alberts // Materials Science and Engineering. – 2004. – Vol. B107. – P. 139–147.
23. Chalcopyrite thin film solar cells by electrodeposition / D. Lincot [et al] // Solar Energy. – 2004. – Vol. 77. P. 725–737.
24. New technologies for CIGS photovoltaics / A.E. Delahoy [et al] // Solar Energy. – 2004. - Vol. 77. - P. 785–793.
25. Why $CuInGaSe_2$ and CdTe polycrystalline thin film solar cells are more efficient than the corresponding single crystal ? / A. Bosio [et al] // Cryst. Res. Technol. – 2005. – Vol. 40, No. 10–11. – P. 1048 – 1053.
26. Flexible $Cu(In,Ga)Se_2$ thin-film solar cells for space application / K. Otte [et al] // Thin Solid Films. 2006. - Vol. 511-512. - P. 613-622.
27. Shay, J.L. Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth, Electronic Properties and Applications / J.L. Shay, J.H. Wernick. - New York: Pergamon Press, 1975. - 244 p.
28. Wagner, S. Chalcopyrites / S. Wagner // Topics in Appl. Phys. - 1977. - Vol. 17. - P. 171-196.

РЕНТГЕНОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ МОНОКРИСТАЛЛОВ $AgInSe_2$

[1,2]Матиев А.Х., [3]Умаров С.Х., [4]Гасанов Н.З., [4]Р.Т. [2]Успажиев

[1]Доктор физ-мат наук Ингушский государственный университет, Магас, Россия

[2]Доктор физ-мат наук Грозненский государственный нефтяной технический университета им. М.Д. Милиллионщикова, Грозный, Россия

[3]Доктор физ-мат наук, Бухарский медицинский институт им. Абу Али ибн Сино, Бухара, Узбекистан

[4] Кандидат физ-мат, Институт Физики НАНа Азербайджана, Баку, Азербайджан

[2]Кандидат физ-мат наук, Грозненский государственной нефтяной технический университета им. М.Д. Милиллионщикова, Грозный, Россия

Abstract Based on the data of experimental and X-ray studies of the absorption spectra and the temperature dependence of the crystal lattice parameters of $AgInSe_2$ single crystals, the values of the thermal expansion coefficients along the corresponding crystallographic directions are calculated. It has been established that the thermal expansion of $AgInSe_2$ crystals along the a and c axes changes its sign at temperatures of 142.31 and 135.14 K, respectively.

Keywords: Crystal, unit cell parameter, thermal expansion, characteristic temperature, interplanar spacing, Debye temperature, X-ray analysis, phonon spectrum.

Соединение $AgInSe_2$, относящееся к новым классам полупроводников типа $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ и $A^{I}B^{III}C_2^{VI}$ представляют научный интерес для современной оптоэлектроники и в настоящее время интенсивно исследуется [1-8, 11-16]. Соединение $AgInSe_2$ кристаллизуются в халькопиритовую структуру, в которой два вида катинонов образуют упорядоченную подрешетку. Элементарная ячейка, содержащая 8 атомов (2Cu, 2In, 4Se) характеризуется наличием объемного центра и отношением осей, близким к 2 [6].

Цель настоящей работы – исследование температурной зависимости коэффициентов термического расширения и спектров поглощения монокристаллов $AgInSe_2$. Исследования температурной зависимости параметров решетки вплоть до низких температур представляют интерес, так как они тесно связаны с динамикой решетки и поэтому могут привести к более глубокому пониманию этих свойств в кристаллах $A^{I}B^{III}C_2^{VI}$.

Исследуемые кристаллы $AgInSe_2$ выращивались методом Бриджмена - Стокбаргера. Исходными материалами являлись элементы особой чистоты: Ag-ОСЧ-4-11-4; In-000; Se - ОСЧ-17-4. Изучение термического расширения кристаллов $AgInSe_2$ проводили на стандартной рентгеновской установки ДРОН-3 с использованием низкотемпературной приставки УРНТ-180. Скорость вращения детектора установки ДРОН-3 составляла 0,25 град/мин. Угловая отметка на ленте самопишущего потенциометра осуществлялась через каждые 0,1°. Для повышении точности исследуемый образец облучали характеристическим излучением от медной мишени, в результате чего рефлексы становились более резкими. Охлаждение образца осуществлялось низкотемпературной приставкой УРНТ-180, работающей по методу обдува.

Образцы для исследований были монокристаллические пластинки $AgInSe_2$ *n* -типа с концентрациями носителей $\sim 10^{18}$ см$^{-3}$ и подвижностями ~ 40 – 70 см^2/В$^{-1}\cdot$С$^{-1}$

соответственно при 300 К. Поверхности образцов предварительно подвергались шлифовке, полировке, а затем химическому травлению.

Халькопиритная решетка имеет осевую симметрию, поэтому параметры элементарной ячейки *a* и *c* независимо изменяются с температурой. Для определения температурной зависимости параметра *a,* проводили измерения изменение межплоскостного расстояния d_{200}, так как $a = 2d_{200}$. Зависимость $c(T)$ определяли по изменению d_{112} с температурой, откуда находили параметр решетки c по формуле

$$c = \frac{2ad_{112}}{\sqrt{a^2 - 2d_{112}^2}}.$$

Измеренные температурные зависимости межплоскостных расстояний $d_{200}(T)$ и $d_{112}(T)$ представлены на рис. 1 a,b. Температурные зависимости $a(T)$ и $c(T)$, определенные из $d_{200}(T)$ и $d_{112}(T)$, представлены рис. 2 a,b.

Зависимости $a(T)$ и $c(T)$ аппроксимировали соотношениями:

$$\begin{Bmatrix} a(T) = A_0 + B_0 + \dfrac{C_0}{T} \\ c(T) = A_i + B_I \dfrac{C_i}{T} \end{Bmatrix}$$

на ЭВМ во всем температурном интервале, в результате чего были определены постоянные A_i, B_i и C_i, которые составили 5,97 Å; 3,27·10^{-4}Å/К; 6,83 Å·К и 11,53 Å; 4,43·10^{-4}Å/К; 7,89 Å·К соответственно. Наименьшие квадраты в определении *a* и *c* экспериментально и по вышеприведенной формуле составляют:

$$f_a = \sum\left(a_{теор} - a_{эксп}\right)^2 = 1{,}70 \cdot 10^{-5}; \qquad f_c = \sum\left(c_{теор} - c_{эксп}\right)^2 = 3{,}63 \cdot 10^{-4}.$$

Среднеквадратичное отклонение $\sigma = \sqrt{\dfrac{f}{N-1}}$ составляло $\sigma^a = 8{,}99 \cdot 10^{-4}$ и $\sigma^c = 4{,}15 \cdot 10^{-3}$. Из зависимостей $a(T)$ и $c(T)$ следует, что при определенном значении температуры, термическое расширение решетки меняет знак. Видно, что при определенном значении температуры, термическое расширение меняют свой знак. Из зависимостей $a(T)$ и $c(T)$ рассчитывали значения коэффициентов температурного расширения вдоль соответствующих кристаллографических направлений по формуле

$$\alpha_a = \frac{1}{a_o} \cdot \frac{da}{dT}; \qquad \alpha_c = \frac{1}{c_o} \cdot \frac{dc}{dT}.$$

На рис. 3 представлены температурные зависимости коэффициентов термического расширения кристаллов $AgInSe_2$. Анизотропия термического расширения в этих кристаллах слабо выражена, однако в области низких температур (T < 120 K) с уменьшением температуры отношение $\left(\dfrac{\alpha_c}{c_a}\right)$ растет и составляет 1,91 и 1,41 при 80 и 300 К соответственно.

Термическое расширение кристаллов $AgInSe_2$ вдоль осей a и c меняет свой знак при температуре 142,31 и 135,14 К соответственно. Значения объемного коэффициента термического расширения, рассчитанные по формуле $\alpha_V = (2\alpha_a + \alpha_c)$ показали, что α_V

изменяет свой знак при температуре $T_o = 139{,}44$ К. Значение характеристической температуры изменения знака α_V очень близко по величине температуры Дебая $\theta = 138$ К для кристаллов AgInS

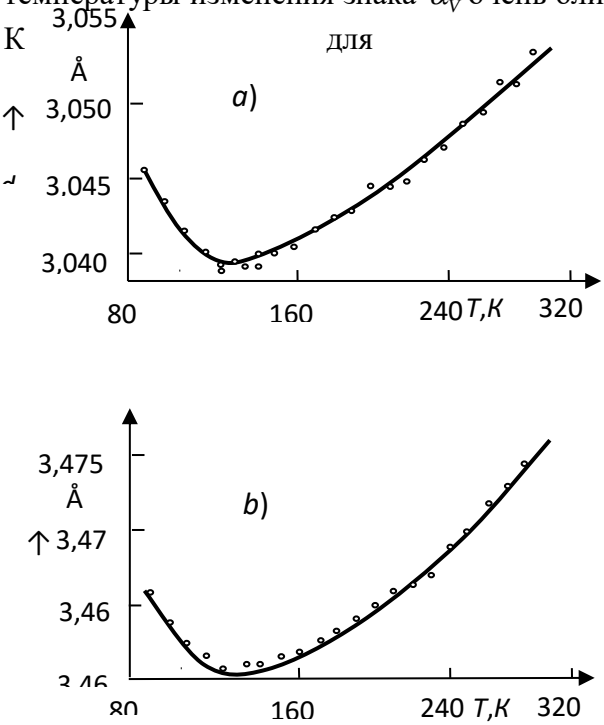


Рис. 1. Температурные зависимости межплоскостных расстояний

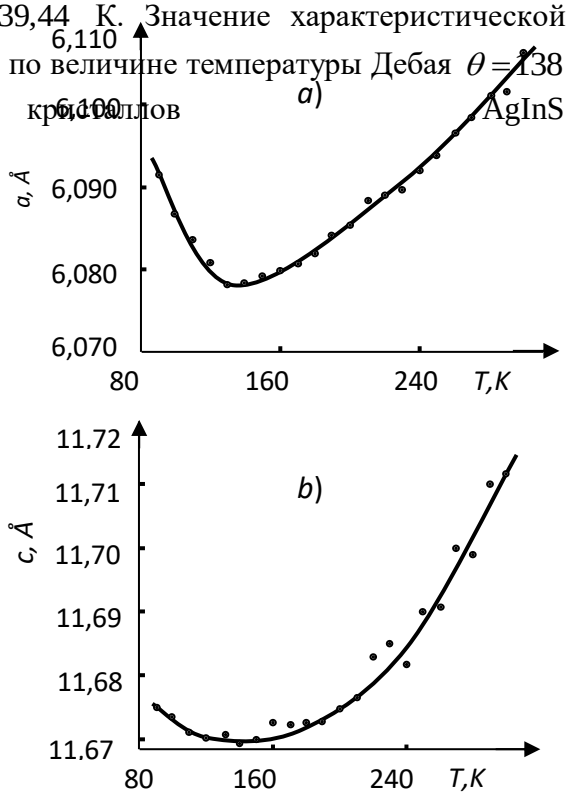


Рис. 2. Температурные зависимости параметров элементарных ячеек монокристалла $AgInSe_2$.

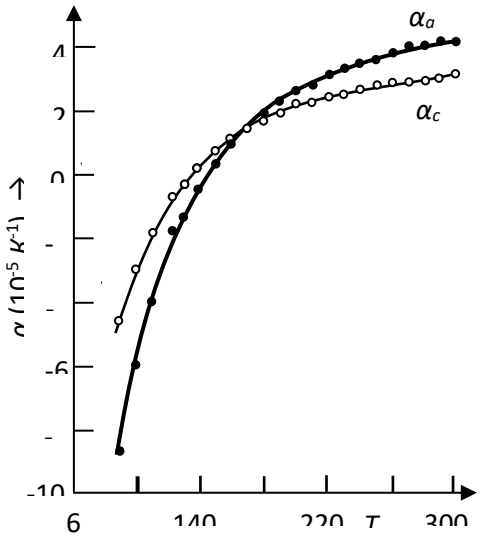


Рис. 3. Температурные зависимости коэффициента термического расширения

Сравнивая полученные результаты с нашими результатами по исследования температурной зависимости $E_g(T)$ по спектрам поглощения [4,6] приходим к выводу, что объемное тепловое расширение в $AgInSe_2$ к изменению $E_g(T)$ по-видимому, доминирует во всем исследованном интервале температур. Однако соотношение между относительным изменением объема $\frac{\Delta V}{V}$ и $\frac{\Delta E_g}{E_g}$ в температурных интервалах $90 < T < 120$ К и $140 < T < 300$ К весьма различны, что дает основание предполагать существование конкурирующего механизма, дающего положительное изменение ΔE_g. При $T > 120$ К нами наблюдалась [4,6] явная аномалия в поведении ΔE_g в том смысле, что некий «положительный» механизм почти полностью компенсирует сужение, обусловленное объемным эффектом.

Обычно термическое расширение твердых тел описывают использованиемт параметров Грюнайзера. В случае с $AgInSe_2$, который кристаллизуется в одноосной халькопиритовой структуре, нужно ввести два независимых параметра Грюнайзера γ_a и γ_c, которые связаны с коэффициентами термического расширения (α_a, α_c) соотношениями:

$$\gamma_a = \frac{V_m}{C_p}\left[\left(C_{11}^S + C_{12}^S\right)\alpha_a + C_{13}^S \cdot \alpha_c\right] \qquad \gamma_c = \frac{V_m}{C_p}\left[2C_{13}^S\alpha_a + C_{33}^S \cdot \alpha_c\right],$$

где V_m - молярный объем, C_p - удельная молярная теплоемкость при постоянном давлении, C_{ij}^S - адиабатическая постоянная жесткости. На данный момент нет сведений об экспериментальных значениях C_{ij}^S и $C_p(T)$ в AgInSe в интересующей нас температурной области и это создает трудности в проведений количественного анализа температурных зависимостей γ_a и γ_c.

Однако, не исключая других объяснений, можно предполагать существование низкоэнергетических колебаний мод решетки с отрицательной модой параметров Грюнайзера в $AgInSe_2$. К сожалению, сведения о низкоэнергетических ветвей фононного спектра не достаточны.

Следует отметить согласие между температурными зависимостями ширины запрещенной зоны и параметров решетки. Аномальный характер зависимости $E_g(T)$ присущ также зависимости $a(T)$ и $c(T)$. Этот экспериментальный факт свидетельствует о превалирующем вкладе объемного эффекта в температурную зависимость ширины запрещенной зоны монокристаллов в $AgInSe_2$.

Как уже отмечено выше, согласно существующим представлениям температурная зависимость $E_g(T)$ полупроводниках обусловливается термическим расширением решетки (объемный эффект) и электрон-фононным взаимодействием. Изменение знака температурного коэффициента $\left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_p$ свидетельствует о конкуренции двух эффектов. При этом считается, что термическое расширение обусловливает положительный

температурный коэффициент E_g, а электрон - фононное взаимодействие - отрицательный его знак. Естественно предположить, что в $AgInSe_2$ вклад термического расширения преобладает ниже 120 К, а электрон-фононного взаимодействия - выше 120 К.

Известно, что изохорическое изменение $\left(\delta E_g\right)_V$ может быть обусловлено нелинейной зависимостью E_g от межатомных расстояний. Обобщая полученный результат на случай анизотропного кристалла, запишем

$$\left\langle \delta E_g \right\rangle = \sum_{\mu=1}^{3} \left\langle \delta E_g \right\rangle_\mu, \quad \left\langle \delta E_g \right\rangle_\mu = \Xi_\mu^{(1)} \Delta\mu + \frac{1}{V} \sum_{f_\mu \lambda} \varepsilon_{f_\mu \lambda} \chi_\mu \Xi_{f_\mu \lambda}^{(2)} \qquad (1)$$

где Δ_μ - расширение и сжимаемость χ_μ соответствующие главному направлению μ.

Для температурной производной из (1) имеем

$$\left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_V + \alpha_V \left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_T; \ \sum_\mu \alpha_\mu \Xi_\mu^{(1)} \equiv \alpha_V \left(\frac{\partial E_g}{\partial \Delta_V}\right)_T \ \left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_V = \frac{1}{V} \sum_{f_\mu \lambda \mu} \chi_\mu C_{f_\mu \lambda} \Xi_{f_\mu \lambda}^{(2)};$$

(2)

Здесь α_V - температурный коэффициент объемного расширения, $C_{f_\mu \lambda} = \partial \varepsilon_{f_\mu \lambda} / \partial T$ - теплоемкость осциллятора решетки (f - волновой вектор, λ – поляризация). Ограничимся учетом вклада продольных волн, при котором

$$\left\langle \delta E_g \right\rangle = \sum_\mu \left(\left\langle \Delta_\mu \Xi_\mu^{(1)} \right\rangle + \left\langle \Delta_\mu \Xi_\mu^{(2)} \right\rangle \right); \ \sum_\mu \alpha_\mu \equiv \alpha_V$$

Используя усредненные параметры ε_1 и ε_2 определяемые равенствами,

$$\left(\frac{\delta a}{a}\right) \Xi_a^{(1)} + \left(\frac{\delta c}{c}\right) \Xi_c^{(1)} \equiv E_1 \Delta_V \ ; \ \sum_\mu \chi_\mu \Xi_\mu^{(2)}$$

для высокотемпературной $(T > \theta)$ области $\theta = 138\,K$ - температура Дебая [195,196] получаем

$$\left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)_p \approx \left(E_1 + \frac{E_2}{3\gamma_G}\right) \alpha_V \ ; \ \alpha_V \approx \gamma_G \frac{\chi}{V} 3Nk_B$$

где k_B - постоянная Больцмана, - высокотемпературное значение коэффициента Грюнайзена $(\gamma_G = 2)$.

Ввиду отсутствия экспериментальных данных относительно E_I примем, что изменение δE_g в области $T \le 120\,K$ обусловлено только изменением параметров решетки *a* и *c*, то есть

$$\left(\delta E_g\right)_{T<100} \approx E_1 \Delta_V(T); \quad \Delta_V(T) = 2\frac{\delta a}{a} + \frac{\delta c}{c},$$

из хода кривых, описывающих зависимости δE_g, $a(T)$ и $c(T)$ области $T \le 100\,K$ вытекает $\delta E_g \approx 25\,meV$; $2\frac{\delta a}{a} \approx -0{,}0033$; $\frac{\delta c}{c} \approx -0{,}0005$;

Для параметра E_I это дает

$E_I \approx -(0{,}025/0{,}0038) \approx -6{,}6\,eV$

Из высокотемпературных зависимостей следует

$\alpha_V = 1{,}15 \cdot 10^{-4}\,K^{-1}$ и $\left(\partial E_g / \partial T\right)_p = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\,eB/K$

Подстановка этих значений в дает $\varepsilon_2 \approx 32\,eV$. Для более точных оценок требуются экспериментальные данные по коэффициентам давления. Кроме этого видно, из (1),что не исключено влияние поперечных волн решетки.

На данной стадии, из приведенного выше анализа следует, что изохорическая часть изменения $\left(\delta E_g\right)_V$ в монокристаллах $AgInSe_2$ имеет положительный знак, то есть $\left(\frac{\partial E_g}{\partial T}\right)V > 0$, а при высоких температурах $\left(\delta E_g\right)_V$, видимо, компенсирует отрицательный вклад от термического расширения решетки.

Нами высказано предположение, что при низких температурах вклад объемного эффекта (термическое расширение решетки) в температурную зависимость E_g является превалирующим. Термическое расширение решетки при низких температурах тесно связано с динамикой решетки.

Температурная зависимость ширины запрещенной зоны в полупроводниках обуславливается термическим расширением решетки и электрон - фононным взаимодействием. Термическое расширение обуславливает положительный температурный коэффициент, а электрон-фононное взаимодействие - отрицательный знак [5].

Это не позволяет провести детальное обсуждение о роли электрон-фононного взаимодействия в температурных зависимостях ширины $AgInSe_2$. Это должно стать предметом дальнейших исследований.

Литература

1. S. Siebentrit. «Alternative buffers for chalcopyrite solar cells», Solar Energy, 2004. vol. 77. pp. 767-775.
2. S.L. Castro, Sheila G. Bailey et al. «Synthesis and Characterization of Colloidal $CuInS_2$ Nanoparticles from a Molecular Single-Source Precursor». J. Phys. Chem. *B*, 2004, 108 (33), pp. 12429–12435.
3. В.Ф. «Гременок Исследование фоточувствительных структур на основе полупроводниковых соединений -$A^1B^3C^6_2$», Изд. Центр БГУ; редкол.: Н.М. Олехнович [и др.]. Минск, 2005. Т. 1. С. 372-375 [Актуальные проблемы физики твердого тела: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 26-28 октября 2005 г.; в 2 т].
4. А.Х. Матиев, А.Н. Георгобиани «Температурная зависимость изменения ширины запрещенной зоны $CuInSe_2$ и $AgInSe_2$». УГУ. - Ульяновск. - октябрь. - 2004.-С.32. [Труды VII Межд. Конф. Оптика, оптоэлектроника и технологии].

5. А.Х.Матиев, А.Н. Георгобиани «Температурная зависимость теплового расширения $AgInSe_2$». УГУ-ВладГУ.-Ульяновск-Владимир 27- 30 июня. - 2005.- С.65. [Труды VII Международной конференции Оптонаноэлектроника, и нанотехнологии и микросистемы].
6. А.Х. Матиев «Фазовые равновесия и электронно-оптические свойства систем $T1B^3C^6_2$ -$A^1B^3C^6_2$ (A-Cu, Ag; B-Iп, Ga; C-S, Se_2)». УлГУ, 2005. 399с. [Диссертация на соискание уч. ст. докт. физ-мат наук.
7. И.В. Боднарь «Оптические свойства твердых растворов $AgGa_x\ In_{1-x}\ Se_2$». Физика и техника полупроводников, 2008, том 42, вып. 2, 153-156.
8. В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. «Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов» Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» № 1 (69) 2009. с.59-124.
9. А.В. Копытов, А.В. Кособуцкий. «Термодинамические и упругие свойства $AgInSe_2$ и $AgInTe_2$». Физика твердого тела, 2010, том 52, вып. 7 С. 1271-1273.
10. V. Kopytov and A. V. Kosobutsky «Thermodynamic and Elastic Properties of $AgInSe_2$ and $AgInTe_2$». Physics of the Solid State July 2010, Volume 52, Issue 7, pp 1359–1361
11. Deng Dawei, Ou Lingzhi and Gu Yueqing. «Near-infraed broadly emissive $AgInSe_2$/ZnS quantum dots biomedical optical imaging». J. Of Materials Chemistry C 2014, 2, 34, pp. 7077-7085.
12. M.A.Abdullaev, D.K Magomedova., A.B.Alhasov. «Fabrication and properties of $CuInSe_2$/$AgInSe_2$/CdS double heterojunction cascade solar cells». Inorganic Materials. 2014. T. 50. № 3. C. 228-232.
13. H. Haloui, K.Touafek, et al. «The Copper Indium Selenium ($CuInSe_2$) thin films solar cells for Hybrid Photovoltaic Thermal Collectors». Energy Procedia. Vol. 74,Pages 1213-1219, August 2015.
14. Yin Jianbo and Jia Junhong. «Preparation of $AgInS_2$ nanocrystals and their application as sensitizers for TiO_2 nanorod array photoelectrodes». [IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering **87** (2015) 012114 C.1-7].
15. Leach Alice, and Janet E. Vacdonald. «Optoelectronic Properties of $CuInS_2$ Nanocrystals and Their Origin». J. Phys. Chem. Lett., 2016, 7 (3), pp. 572–583.
16. A.Kh. Matiev, R.T. Uspazhiev, et al. «Phasing Diagrams of $TlInSe_2$ - $CuInSe_2$ and $TlInSe_2$ - $AgInSe_2$ Systems». Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST), 2019. volume 1. 249-252. [International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2019)].

$Ca_4Ga_2S_7$:Eu BİRLƏŞMƏSİNİN LÜMİNESSENSİYA XASSƏLƏRİNƏ QAMMA-KVANTLARIN TƏSİRİ

Abdulheyov R.A., Fərəcova Ü.F., Əsgərova S.N.
Milli Aviasiya Akademiyası
Mr.abdulheyov@rambler.ru

Açar sözlər: lüminessensiya, dalğa uzunluğu, yarımkeçirici, radiasiya defektləri
Ключевые слова: люминесценция, длина волны, полупроводник, радиационные дефекты
Key words: luminescence, wavelength, semiconductor, radiation defects

Geniş temperatur intervalında (4.2÷500K) ultrabənövşəyi şüaların, elektron dəstəsinin və digər xarici amillərin təsiri altında işıq verən $CaGa_2S_4$ birləşməsi A^{II} B_2^{III} C_4^{VI} birləşmələr qrupunun parlaq nümayəndəsidir. Bu qrupda A^{II} –iki valentli kationlar-Ca, Ba, Sr; B_2^{III} –üç valentli kationlar-Ga, İn, Al; C_4^{VI}- isə xalkogenlərdir (S, Se, Te) $CaGa_2S_4$ birləşməsində xarici amillərin təsiri ilə şüalanan mərkəzlər yaratmaq üçün həmin birləşmə və ona bənzərlər nadir torpaq elementləri (NTE) ilə aktivləşdirilirlər. $CaGa_2S_4$ birləşməsində şüalanma mərkəzləri yaratmaq üçün həmin birləşmənin sintezi zamanı ona NTE-dən yevropium, seriumun və digərlərinin oksid və ftoridləri daxil edilir. Belə halda alınan birləşmə $CaGa_2S_4$:Eu, $CaGa_2S_4$:Ce şəklində yazılır. Bu o deməkdir ki, $CaGa_2S_4$ birləşməsi ayrılıqda yevropium (Eu) və seriumla (Ce) aktivləşdirilmişdir. Xarici alimlərin və biizm tədqiqatlarımız göstərir ki, serium elementi yevropium elementinin $CaGa_2S_4$ birləşməsində şüalanmasını daha da gücləndirir. Bu o deməkdir ki, serium elementi həmin birləşmədə yevropium üçün sensibilizator rolunu oynayır. Başqa sözlə $CaGa_2S_4$ birləşməsində seriumun buraxdığı şüa yevropium elementini həyəcanlandırır. Bu proses $CaGa_2S_4$ birləşməsinin iki qat aktivləşdirilməsi adlanır. Bu halda həmin birləşmə belə bir formulla göstərilir. $CaGa_2S_4$,Eu,Ce. Bu birləşmə yüksək xüsusi müqavimətə ($\rho \sim 10^9 \div 10^{10}$ Om·sm) geniş qadağan olunmuş zolağa malikdir E_g~4eV.

Giriş.

Geniş temperatur intervalında (77÷300K) ultrabənövşəyi şüaların, elektron dəstəsinin və digər xarici amillərin təsiri altında işıq verən $Ca_4Ga_2S_7$ birləşməsi A^{II} B_2^{III} C_4^{VI} birləşmələr qrupunun parlaq nümayəndəsidir. $Ca_4Ga_2S_7$ birləşməsinin defektli quruluşa malik olması və rekombinasiya mərkəzlərinin konsentrasiyasının az olması səbəbindən T=300 K temperaturunda zəif lüminessensiya xassəsinə malikdir. $Ca_4Ga_2S_7$ birləşməsi binar xalkogenid yarımkeçiricilər CaS maddəsi ilə Ga_2S_3 maddəsi arasında yüksək temperaturda (~1400 K) gedən bərk cisim reaksiyası nəticəsində sintez olunur: $4CaS + Ga_2S_3 = Ca_4Ga_2S_7$. Sintez olunmuş kristalların quruluşu haqqında nəticələr rentgenoqrafik analizdə alınmışdır. Bu birləşmələrdə yeni rekombinasiya mərkəzləri yaratmaq məqsədilə birləşmənin sintezi zamanı nadir torpaq elementi-yevropium (Eu) atomu ilə aktivləşdirilməklə şüalanma mərkəzləri yaradılmışdır. Alınmış $Ca_4Ga_2S_7$:Eu^{2+} birləşməsində yaranan şüalanma mərkəzlərinin aktivləşdirilməsi məqsədi ilə γ-kvantlarla müxtəlif dozalarda şüalandırılmışdır.

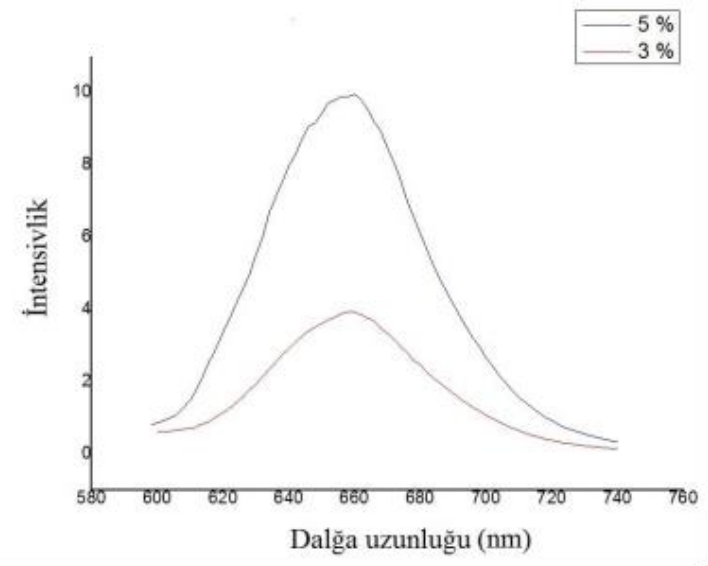
Müəyyən edilmişdir ki, $Ca_4Ga_2S_7$:Eu birləşməsi n- tip keçiriciliyə malikdir, yəni əsas elektrik yükdaşıyıcıları elektronlardır. Elektronların yürüklüyü 28 $sm^2/V \cdot san$-ə yaxındır. Birləşmə enli zolaqlı yarımkeçiricidir (Eg=2,5÷2,7 eV), xüsusi müqaviməti $10^{-9} \div 10^{-10}$ Om·sm tərtibindədir. Ga_2S_3 birləşməsi kubik quruluşa malikdir, qəfəs parametrləri a=5,17Å . İlk dəfə bizim işlərimizdə göstərilmişdir ki, NTE-ləri Ga_2S_3 birləşməsində effektiv şüalanma mərkəzləri yaradırlar.

Sintez olunmuş $Ca_4Ga_2S_7$:Eu^{2+} birləşməsinin fotoelektrik və lüminessent xassələri şüalanmadan əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Nümunələrin lüminessent xassələri "ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА" cihazında aparılmışdır. [1,2,3] Şüalanma spektrini müşahidə etmək üçün həmin kristalı 405 nm dalğa uzunluğuna malik göy lazerlə həyəcanlandırırıq. Alınmış şüalanma spektrində $Ca_4Ga_2S_7$: Eu^{2+} birləşməsinə uyğun spektrin qırmızı oblastına uyğun şüalanma müşahidə edilmişdir.

Qırmızı şüalanma zolağı 620 -760 nm dalğa uzunluğu intervalında müşahidə olunmuşdur. Alınmış spektrin təhlili göstərir ki, spektrdə şüalanmanın maksimumuna uyğun dalğa uzunluğu λ_{max}= 660 nm uyğun gəlir. Bu xətt iki valentli yevropiuma aiddir.

$Ca_4Ga_2S_7$:Eu birləşməsinin fotoelektrik xassələri udulma zolağında tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, spektrin 400- 800 nm oblastında fotohəssaslığa malikdir. Eu- atomunun

daxil edilməsi qırmızı sərhəddin uzundalğa oblastına tərəf sürüşməsinə və fotohəssaslığın artmasına səbəb olur.



$Ca_4Ga_2S_7$*: Eu^{2+} birləşməsinin spektral analizi*

Aşağı dozalarda (50 krad) γ-kvantlarla şüalanma zamanı isə şüalanma spektrinin 620 -760 nm oblastında müşahidə olunan şüalanmanın amplitudası və spektrin eni artır. Yüksək şüalanma dozasında isə (500 krad) nümunələrin şüalanma spektri kiçik dalğa uzunluğu oblastına tərəf sürüşür və şüalanma spektrinin maksimumuna uyğun dalğa uzunluğunda amplitud qiyməti, eyni zamanda spektrin parlaqlığı artır.

Alınmış təcrübi nəticələr əsasında demək olar ki, $Ca_4Ga_2S_7$ birləşməsinin Eu- atomunun daxil edilməsi qadağan olunmuş zonada dərin energetik səviyyələr yaradır və bu mərkəzlər spektrin udma zolağında r-rekombinsiya (fotohəssas) mərkəzlərinin konsentrasiyasını artırır. Bu isə spektrin 400- 800 nm oblastında fotohəssaslığın və lüminessensiya şüalanmasının parlaqlığını artırır. [4] γ- kvantlarla şüalanma zamanı yaranan radiasiya defektləri (Frenkel cütü) aşağı dozalarda struktur defektlərinin nizalanmasını yaradır, yüksək şüalanma dozalarında isə kation və anion vakansiyaları ilə r- mərkəzlərinin qarşılıqlı təsirinin artması hesabına fotohəssas mərkəzlərin konsentrasiyasını artırır. Bu səbəbdən nümunələrin fotohəssaslığının və lüminessensiya spektrinin parlaqlığı, o cümlədən eninin artması müşahidə olunur.

Ədəbiyyat

1.Тагиев Б.Г., Касумов У.Ф., Мусаева Н.Н., Абушов С.А. «Оптические свойства соединения $Ca_4Ga_2S_7$: Eu^{2+} // ФТП, 2000, т.34, в.10, с. 1170-1172

2.Георгобиани А.Н., Тагиев Б.Г., Тагиев О.Б., Джаббаров Р.Б., Абушов С.А., Казымова Ф.А., Бартоу К., Беналлул П., Салманов В. Люминесценция кристаллов M^{II} Ga_2S_4:Eu^{2+} (M^{II} –Eu, Yb, Ca) // ЖПС, т. 74, 3, 2007, с. 332-335

3.Anedda A., Carborora C., Chiriu D., Corpino R., Marceddu M., Ricci P., Georgobiani A., Tagiev B., Tagiev O., Abushev S. and Tiginyanu I. “ Photoluminescence of Ce and Pr doped calcium thiogallate” // Phys. Rev.B, 1999, v.59, p. 9972-9980

4.Abdinov Ə.Ş., Məmmədov H.M. “Bərk cisim elektronikası” Bakı: Təhsil, 2004

Abdulheyov R.A., Faracova Ü.F., Asgarova S.N.

Summary

Ultraviolet rays in a wide temperature range (4.2÷500K), The compound $CaGa_2S_4$, which emits light under the influence of electron bunching and other external factors, is a bright representative of the group of compounds A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}. İn this group A^{II} - divalent cations - Ca, Ba, Sr; B_2^{III} – trivalent cations-Ga, In, Al; And C_4^{VI}- are chalcogens (S, Se, Te). $CaGa_2S_4$ compound is activated by rare earth elements (NTE) to create radiating centers under the influence of external factors. In order to create radiation centers in the $CaGa_2S_4$ compound, oxides and fluorides of europium, cerium and others from REE are introduced into it during the synthesis of that compound. In this case, the compound obtained is written as $CaGa_2S_4$:Eu, $CaGa_2S_4$:Ce This means that the $CaGa_2S_4$ compound is separately activated with europium (Eu) and cerium (Ce). Research by foreign scientists and ours show that cerium element enhances the radiation of europium element in $CaGa_2S_4$ compound. This means that the element cerium acts as a sensitizer for europium in that compound. In other words, the radiation emitted by cerium in the $CaGa_2S_4$ compound excites the europium element. This process is called double activation of $CaGa_2S_4$ compound. In this case, the combination is indicated by such a formula. $CaGa_2S_4$,Eu,Ce. This compound has a high resistivity (ρ~109÷1010 Om·cm) with a wide bandgap Eg~4eV.

Абдулхеёв Р.А., Фарасова У.Ф., Аскерова С.Н.

Резюме

Ярким представителем группы соединений A^{II} B_2^{III} C_4^{VI} является соединение $CaGa_2S_4$, излучающее свет под действием ультрафиолетовых лучей, пучка электронов и других внешних факторов в широком диапазоне температур (4,2÷500K). В этой группе A^{II} - двухвалентные катионы - Ca, Ba, Sr; B_2^{III} – трехвалентные катионы-Ga, In, Al; A C_4^{VI}- это халькогены (S, Se, Te) в соединении $CaGa_2S_4$, которые активируются редкоземельными элементами (РЗЭ) для создания радиационных центров под действием внешних факторов. Для создания центров излучения в соединение $CaGa_2S_4$ при синтезе этого соединения в него вводят оксиды и фториды европия, церия и др. из РЗЭ. В этом случае полученное соединение записывается как $CaGa_2S_4$:Eu, $CaGa_2S_4$:Ce. Это означает, что соединение $CaGa_2S_4$ отдельно активируется европием (Eu) и церием (Ce). Наши исследования зарубежных ученых и ученых показывают, что элемент церий усиливает излучение элемента европия в соединении $CaGa_2S_4$. Это означает, что элемент церий действует как сенсибилизатор европия в этом соединении. Другими словами, излучение церия в соединении $CaGa_2S_4$ возбуждает элемент европий. Этот процесс называется двойной активацией соединения $CaGa_2S_4$. В этом случае комбинация обозначается такой формулой. $CaGa_2S_4$, Eu, Ce. Это соединение имеет высокое удельное сопротивление (ρ~109÷1010 Ом·см) с широкой запрещенной зоной Eg~4эВ.

Çapa verildiyi tarix 17.04.2023
Kağızın növü:A3, snequroçka
Çap vərəqi: 13,25 ç.v. Tiraj : 300 ədəd
Gəncə Dövlət Universitetinin nəşriyyatı
Ünvan: Gəncə şəhəri, Heydər Əliyev prospekti, 429