

NATIONAL ACADEMY OF AVIATION
MİLLİ AVİASIYA AKADEMİYASI

«AZƏRBAYCAN HAVA YOLLARI»
QAPALI SƏHMDAR CƏMIYYƏTI
MİLLİ AVİASIYA AKADEMİYASI

ISSN 1811-7341

ELMİ MƏCMUƏLƏR

AVİASIYA TEXNİKASI

AVİASIYA ELEKTRONİKASI

METEOROLOGİYA

ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASI

AVİASIYA İQTİSADİYYATI,
MENEJCMENT VƏ HÜQUQ

CİLD 13

Yanvar-Mart 2011
Bakı

www.naa.edu.az

Redaksiya heyəti
Baş redaktor, AMEA-nın akademiki A.M.Paşayev,
baş redaktorun müavini, prof. A.R.Həsənov

Redaksiya heyətinin üzvləri

AMEA-nın akademiki A.Ş.Mehdiyev, AMEA-nın akademiki A.C.Hacıyev, AMEA-nın akademiki M.H.Şahmurov, AMEA-nın müxbir üzvü B.H.Tağıyev, AMEA-nın müxbir üzvü F.C.Məmmədova, AMEA-nın müxbir üzvü A.Z.Məlikov, prof. A.Z.Bədəlov, prof. A.M.Məmmədov, prof. M.X.İlyasov, prof. R.Ə.Tağıyev, prof. N.A.Həsənzadə, prof. İ.O.Quliyev, prof. M.Ə.Babayev, t.e.d. R.Ə.Sadiqov, t.e.d. T.İ.Nizamov, t.e.d. R.M.Cəfərzadə, t.e.d. O.Z.Əfəndiyev, f.r.e.d. Ş.Ə.Əhmədov, t.e.d. R.N.Nəbiyev
Texniki redaktor: f.-r.e.n. A.M.Ramazanadə; korrektor: O.V.Əliyeva; tərtibatçı: T.A.Quliyeva

«ELMİ MƏCMUƏLƏR» jurnalının bölmələri

Jurnalda çap olunmaq üçün aşağıdakı mövzular üzrə elmi, orijinal elmi-populyar və xülasə şəklində yazılmış məqalələr qəbul edilir: 1) Aviasiya texnikası. 2) Yeriüstü komplekslər, start avadanlıqları, uçan aparatların və onların sistemlərinin istismarı. 3) Aviasiya elektroniki. 4) Aeronaviasiya və rəbitə, aeronaviasiya avadanlıqları və kompleksləri. 5) Aerodromların və aeroportların yerüstü avadanlıqlarla təchiz olunması. 6) Havada hərəkətin idarə olunması. 7) Meteorologiya. 8) Ətraf mühitin qorunması. 9) Təhsil metodologiyası və təlim. 10) Aviasiyada iqtisadiyyat, menecment və hüquq. 11) Hava nəqliyyatında təhlükəsizlik problemləri. 12) Kompüter texnikası, informasiya şəbəkələri. 13) Reklam xarakterli materiallar. 14) İctimai fənlər. Jurnalın səhifələrində reklamların yerləşdirilməsi pullu ödənişlə həyata keçirilir.

«ELMİ MƏCMUƏLƏR» jurnalına məqalələrin təqdim olunma qaydaları

Məqalələr Azərbaycan, rus və ingilis dillərində qəbul olunur. Hər bir məqaləyə məqalənin yazıldığı dildə annotasiya verilməlidir. Çapa təqdim olunan məqalələr A4 formatda, 12 ölçülü şriftlə, ağ kağızda iki intervaldan bir çap olunmalıdır. Boşluqlar: vərəqin sol kənarından 3 sm., sağdan 2 sm., yuxarıdan 2 sm., aşağıdan 2 sm. olmalıdır. Məqalənin həcmi: orijinal və ümumiləşdirilmiş məqalələr üçün 10 səhifə və qısa məlumatlar, şəkillər, cədvəllər və ədəbiyyat daxil olmaqla 4 səhifədən artıq olmamalıdır. Məqalələr 2 nüsxədə və WIN. WORD formatda yığılmış elektron variantda təqdim olunmalıdır. Əlyazmalar müəlliflərə qaytarılmır. Digər təşkilatlardan olan müəlliflərin məqalələri onların işlədiyi təşkilatın məktubu ilə birlikdə təqdim olunmalıdır.

Məqalələrə rəy verilir. Məqalə çap olunmağa Redaksiya heyətinin qərarı ilə tövsiyə olunur.

1. Hər bir məqalə müəlliflərinin soyadları, təşkilatın adı və məqalənin yazıldığı dildə bir intervaldan bir çap olunmalı, 5 sətirdən çox olmayan qısa annotasiya ilə başlanmalıdır.

2. Ədəbiyyata istinad:

ədəbiyyata istinad məqalədə rast gəlinəni ardıcılıqla işlənməlidir.

Sitat gətirmə qaydası:

dövri jurnallardakı məqalələr: müəlliflərin soyadları, dövrü jurnalın adı, çap olunma ili, cild, səhifə nömrəsi;

kitablar və tezislər: müəlliflərin soyadları, kitabın adı, çap olunduğu il və yer, səhifə nömrəsi.

3. Annotasiya.

Annotasiya iki başqa dildə ayrıca bir vərəqdə hər intervaldan bir 10 sətirdən çox olmayan həcmdə yazılmalıdır.

4. Rəsmlər və şəkillər.

Rəsmlər və şəkillər yazıları və izahatları ilə ayrıca təqdim olunmalıdır. Ölçülər: 6X6 sm²-dən az və 12x16sm²-dən çox olmayaraq. Qrafiklərin koordinat oxları minimum rəqəm tərkibli olmalıdır. Koordinat oxlarının adları çox aydın yazılmalıdır. Qrafiklərdəki hər bir xətt nömrələnmiş və izahlı şəkildə olan yazılarla verilməlidir.

5. Cədvəllər.

Cədvəllər ayrıca vərəqdə çap olunmalıdır. Onlar nömrələnəli və başlıqla verilməlidir.

Bu şərtləri ödəməyən məqalələrə baxılmayacaq.

Jurnal Milli Aviasiya Akademiyasının «Mülki Aviasiya» nəşriyyatında çapa hazırlanıb.

«Elmi Məcmuələr» jurnalı 1999-cu ildə Azərbaycan Respublikası Mətbuat və İnformasiya Nazirliyində qeydiyyatdan keçmişdir. Qeydiyyat nömrəsi 492 və Azərbaycan Respublikası Prezidentinin yanında Ali Attestasiya Komissiyasının reyestrinə daxil olunmuşdur. Tirajı 100 nüsxə.

Redaksiyanın ünvanı:
AZ-1045, Bakı ş. Binə 25-ci km,
Milli Aviasiya Akademiyası.
Tel: 497-27-54, və ya 497-26-00 əlavə 21-85
E-mail: hasanov@naa.edu.az

Elmi Məcmuələr

Cild 13 № 1

MÜNDƏRİCAT

AVIASİYA TEXNİKASI

1. Nanostrukturlaşmış layarası fraktal sistemlərin özünütəşkiləmə prosesi.
A.M. Paşayev, B.H. Tağıyev, F.K. Ələskərov, K.Ş. Qəhrəmanov, Ə.Ə. Səfərzadə, R.Ə. İbrahimov.....3
2. Vertikal sürəti ölçən maqnit levitasiya qurğusunun konstruktiv parametrlərinin seçilməsi.
O.Z.Əfəndiyev, A.Z. Məmmədov13
3. $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ və $InGaSe_2$ birləşmələrinin struktur parametrlərinin eksperimental təyini və nəzəri hesablanması.
E.M. Qocayev, Z.A. Cahangirli, S.İ. Səfərova, K.C. Gülməmmədov, P.F. Əliyeva.....19
4. $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$, $InGaSe_2$ birləşməsinin elektronlarının və deşiklərinin effektiv kütlələrinin hesablanması.
E.M. Qocayev, Z.A. Cahangirli, A.M. Ramazanadə, K. C. Gülməmmədov, X.S. Xəlilova P.F. Əliyeva.....28
5. Faza keçidlərində Ag_2B kristallarının elektrofiziki xassələri.
M.B. Cəfərov.....32

AVIASİYA İDLİKTEKONİKASI

5
3
A
R
E

6. Optik informasiya veriliş sistemlərində dispersiyanın idarə olunması rejimində qeyri-xətti effektlərin təsirinin tədqiqi.
B.Q. İbrahimov, İ.M. Məmmədov.....39

METEOROLOGİYA

7. Xəzər dənizinin səthi üzərində nəmliyin daşınmasının hesablanması. II Praktiki tətbiq.
Ş.Ə. Əhmədov, N.B. Xalqov.....46

ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASI

8. Köpüklənmiş polivinilxloridin əsasında alınmış sorbentlə neft ilə çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi.
Y.N. Qəhrəmanlı.....50
9. Yüksək oktanlı ekoloji təmiz avtomobil benzinlərinin müasir dövrdə istehsalı.
R.Ə. Əşrəfov, C.S. Mehdiyev.....59

AVIASİYA İQTİSADİYYATI, MENECMENT VƏ HÜQUQ

10. Xarici ölkələrdə fiziki şəxslərə münasibətdə vergi rezidentliyinin tətbiqi qaydaları.
A.Q. Mirzəyeva64
11. Konstitusiya nəzarəti və onun formaları.
İ. Quliyev, H. Mürsəlova.....70

Milli Aviasiya Akademiyasının
Kitabxanası

СОДЕРЖАНИЕ

АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА

1. Процессы самоорганизации наноструктурированных межслоевых фрактальных систем.
А.М. Пашаев, Б.Г. Тагиев, Ф.К. Алескеров, К.Ш. Кахраманов, А.А. Сафарзаде,
Р.А. Ибрагимов3
2. Выбор конструктивных параметров магнитно-левитационного прибора, измеряющего вертикальную скорость.
О.З. Эфендиев, А.З. Мамедов.....13
3. Экспериментальное определение и теоретический расчет структурных параметров соединений $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$.
Э.М. Годжаев, З.А. Джахангирли, С.И. Сафарова, К.Д. Гюльмаммедов, П.Ф. Алиева 19
4. Расчет эффективных масс электронов и дырок в тройных соединениях $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$.
Э.М. Годжаев, З.А. Джахангирли, К.Д. Гюльмаммедов, Х.С. Халилова, А.М. Рамазанзаде,
П.Ф. Алиева 28
5. Электрофизические свойства Ag_2V при фазовых переходах.
М.В. Джафаров.....32

АВИАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

6. Исследование влияния нелинейных эффектов в системе передачи оптической информации в режиме управления дисперсией.
Б.Г. Ибрагимов, И.М. Мамедов39

МЕТЕОРОЛОГИЯ

7. Расчет переноса влаги над поверхностью Каспийского моря. II. Практическое применение.
Ш.А. Ахмедов, Н.Б. Халыгов.....46

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

8. Сорбент на основе пенополивинилхлорида для очистки нефтезагрязненной грунтовой поверхности.
Ю.Н. Кахраманлы.....50
9. Современное состояние производства экологически чистых высокооктановых автомобильных бензинов.
Р.А. Ашрафов, Д.С. Мехтиев.....59

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ПРАВО В АВИАЦИИ

10. Правила применения налогового резидентства по отношению физических лиц в зарубежных странах.
А.Г. Мирзоева.....64
11. Конституционный контроль и его формы.
И. Кулиев, Х. Мурсалова.....70

AVIASYIYA TEXNİKASI

ПРОЦЕССЫ САМООРГАНИЗАЦИИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
МЕЖСЛОЕВЫХ ФРАКТАЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.М. Пашаев¹, Б.Г. Тагиев¹,
Ф.К. Алескеров², К.Ш. Кахраманов², А.А. Сафарзаде¹, Р.А. Ибрагимов¹

¹Национальная Академия Авиации, НИИ ТАКП,
²НАНА НПО «Селен»

Рассмотрены явления самоорганизации в интеркалированных слоистых кристаллах, эволюция которых связана с формированием межслоевых нанобъектов, включая фракталы и нанокомпозиты. Использование подходов нелинейной динамики облегчает объяснение оптимального формирования межслоевых нанобразований различных форм, в том числе структур подобных фрактальной поверхности Кох. Гофрированные структуры формируют не только поверхности Кох, но и другие нанобъекты, основой которых являются межслоевые наноструктурированные элементы.

ВВЕДЕНИЕ

Эволюция физико-химических систем, находящихся в неравновесных условиях может привести к образованию фрактальных структур и нанокомпозитов [1]. Формирование фрактальных структур в макро - и в наносистемах связано с проявлением диссипативной самоорганизации в условиях, когда сила процесса (например, вызванная градиентом температуры или химического потенциала) превышает критическое значение, отвечающее точке бифуркации. Классическим примером может быть образование фрактальных частиц в процессах агрегации в слоистых структурах, растворах и в газах [2-3]. Для дальнейшего понимания рассматриваемых процессов в межслоевом пространстве слоистых кристаллов (СК) рассмотрим известные в литературе [1] самопроизвольно происходящие процессы упорядочения. Они получили название консервативной и диссипативной самоорганизации [4].

Диссипативные структуры возникают вследствие кооперативных взаимодействий микроэлементов в сильно неравновесной макросистеме. Спонтанное образование и развитие сложных упорядоченных структур в открытых системах называют самоорганизацией, а теорию самоорганизации - синергетикой. Явления самоорганизации нас интересуют потому, что они могут оказаться конструктивными при объяснении процессов формирования нанобъектов в слоистых кристаллах. Обычно выделяют ряд необходимых условий самоорганизации с образованием диссипативных структур:

- система должна находиться в области существования бифуркаций;
- переход в упорядоченное состояние диссипативной системы должно происходить в результате неустойчивости предыдущего неупорядоченного состояния при критическом значении некоторого параметра, отвечающего точке бифуркации.

Для исследуемых нами слоистых систем наиболее важными характеристиками возможных диссипативных структур могут явиться области локализации нанофрагментов и их фрактальная размерность. Возникновение диссипативных структур является чрезвычайно важным для разработки новых процессов формирования наноструктурированных материалов на основе $A_2^v B_3^w$ <примесь> [5].

К разнообразным диссипативным структурам можно отнести следующие: динамические структуры с хаотическим поведением, пространственно неоднородные, фракталы и гибридные наноматериалы, которые формируют межслоевые наноструктурированные элементы (МНСЭ).

В сложных системах при определенных условиях возникает некоторое «критическое состояние», при котором реализуется условие для согласованного поведения системы в целом и для определенного выбора ею конкретного пути развития.

Комбинации гибридных структур, формируемые в слоистых кристаллах типа $A_2^V B_3^VI$ <примесь>, составляют особую группу межслоевых нанокмполитов [5-6].

Примером гибридных структур может быть (Ni)/p-GaSe [7], в которых установлено, что в результате химического и деформационного взаимодействия между атомами осаждаемого материала и подложки в верхних слоях GaSe формируется тонкий слой дефектного Ga_2Se_3 . Этот промежуточный слой между Ni и GaSe и содержит наноразмерные образования (НО). Наличие НО влияет на электрические свойства гибридных структур [7]. Межслоевые НО в системе Ag-GaSe могут создавать упорядоченные комбинации гибридных структур с новыми электронными свойствами.

Особенности процессов образования наноразмерных дефектов в межслоевом пространстве легированного GaSe не исследована, не изучена также морфология поверхности (0001) GaSe<Ag>.

Целью работы явилось выявление морфологических особенностей ван-дер-ваальсовой поверхности слоистого кристалла $A^{III}B^{VI}$ <Ag> с использованием методов атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Методика эксперимента

Монокристаллический слоистый полупроводник GaSe выращен вертикальным методом Бриджмена-Стокбаргера из предварительно синтезированного слитка, что обеспечило проводимость порядка $2 \cdot 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$.

АСМ - исследования проводили с использованием атомного силового микроскопа «Solver-NEXT».

Эффективным методом исследования морфологии поверхности на нанометровом масштабном уровне является комплекс методов сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Мы использовали атомно-силовую микроскопию (АСМ) для исследования морфологии поверхности СК. АСМ - исследования проводились после подготовки образцов в условиях (ex situ) на воздухе. Наличие тонкой оксидной пленки на поверхности СК необходимо учитывать при представлении реальной структуры, исследуемой поверхности. АСМ - образ с атомным разрешением поверхности GaSe (E-политип), проводили путем снятия нескольких верхних слоев при помощи адгезивной ленты.

Анализ опубликованных результатов АСМ - исследований сколотой поверхности указывает на зависимость степени атомного разрешения от способов получения образца и подготовки поверхности, длительности ее хранения и среды исследования.

Экспериментальные результаты и их обсуждения

Для АСМ - исследований межслоевую поверхность получили посредством удаления нескольких верхних слоев монокристалла адгезивной лентой на воздухе. Длительность последующего монтажа и подготовки аппаратуры не превышало 10min.

Определение из АСМ исследований среднеекватичное значение поверхности стехиометрического GaSe составляло $\sim 0,065 \text{ nm}$, что близко к значениям $\sim 0,053 \text{ nm}$ для таковой поверхности взятой из [7].

На рис.1(а, б, в, г) представлены АСМ - изображения сколотой поверхности (базовой) GaSe<Ag> в 2D- масштабе вместе с профилограммами. Профилограммы различных масштабов показывают размеры, свидетельствующие о фрактальном характере распределения частиц (на рисунках они выделены в рамки).

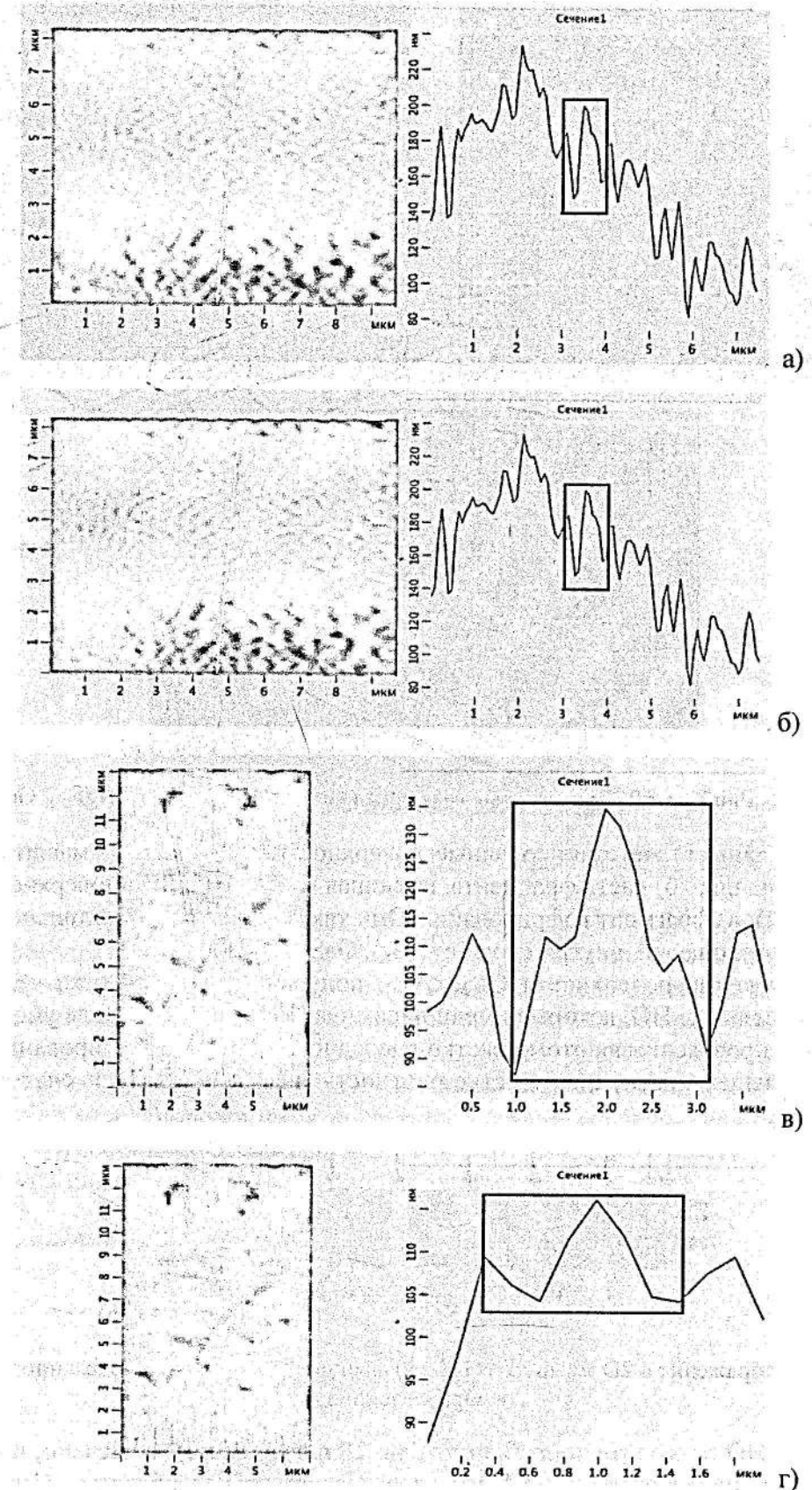


Рис.1 (а, б, в, г). 2D - самоорганизованные системы на поверхности (0001) $\langle Ag \rangle_{0.01} GaSe$

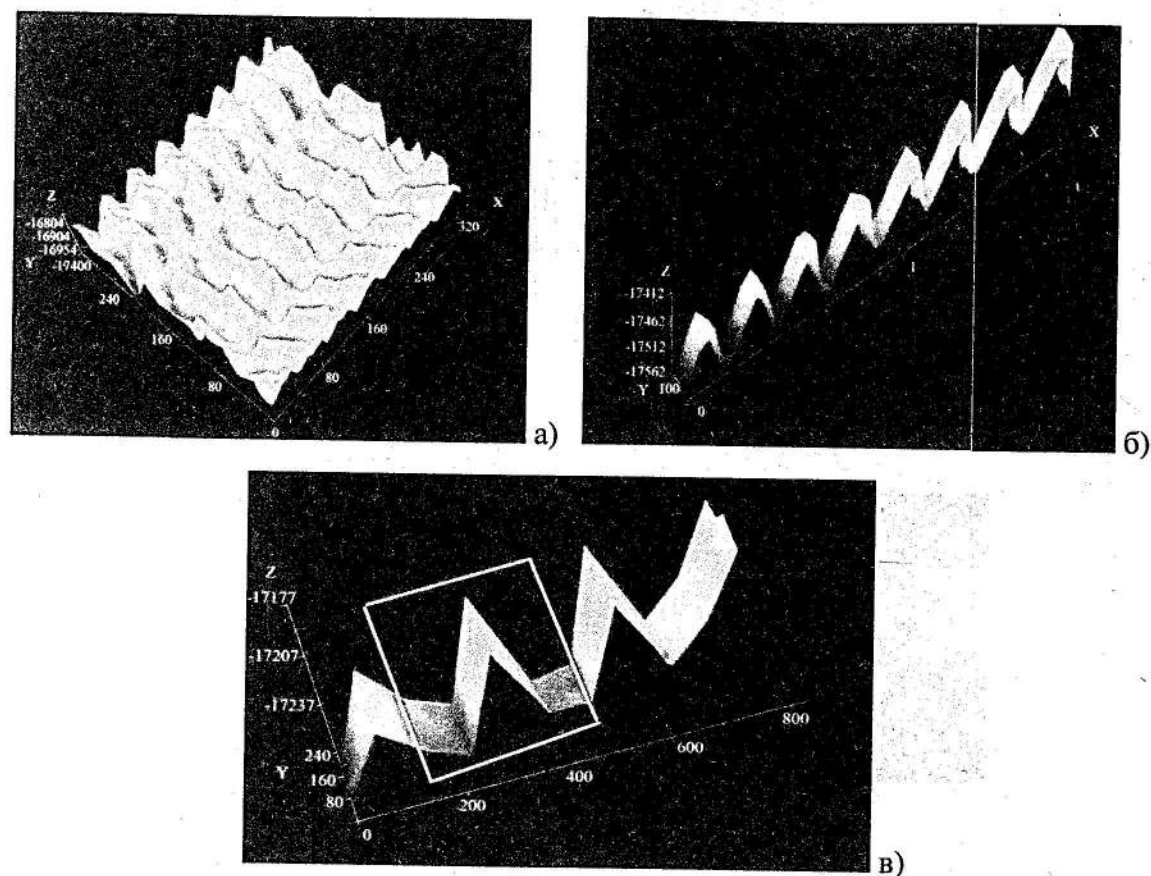


Рис.2. 3Д- межслоевые самоорганизованные системы $\langle Ag \rangle_{0.01} GaSe$

На рис.2 даны те же сканированные поверхности только в 3D- масштабе: а) общая сканируемая площадь; б) часть фрагмента, имеющая гофрированную поверхность (эта часть отмечена рамкой); в) фрагмент гофрирования. Они также отражают фрактальность распределения целых наноплощадей внутри слоя $Se^{(1)}-Se^{(1)}GaSe\langle Ag \rangle$.

На изображении поверхности $GaSe\langle Ag \rangle$, полученной в АСМ режиме, в атмосфере наблюдались отдельные НО, которые имели пирамидальную форму. После уменьшения поля сканирования и проведения на этом участке очередного процесса сканирования было обнаружено, что на выделенном ранее участке плотность НО увеличилась за счет вновь образованных (рис.3,а).

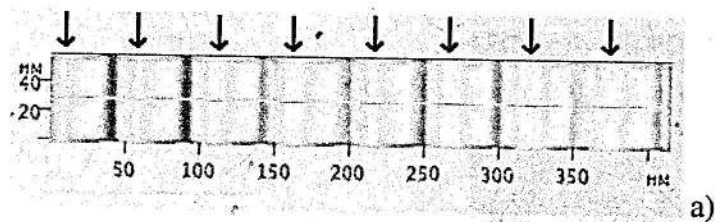


Рис.3. АСМ- изображение в 2D масштабе $GaSe$: а) фрагмент изображения, сделанного по сечению в параллелепипеде

Размеры, НО по высоте достигали от 5 до 10 nm (рис.3, б). Отмечено, что на ван-дер-ваальсовой (ВдВ)-поверхности формируются НО в дефектных областях. Структурные поверхностные линейные дефекты (дислокации) в СК формируются в базисной плоскости (0001). МНСЭ образуют наногофры (3а) 3D- масштабы их даны на рис. 3(г). Преимущественное зарождение дефектов в этой плоскости связано с малой энергией образования вакансий Se. Именно места выходов дислокации и представляют первичные нановыступы на

поверхности (0001) $GaSe$ (они отмечены стрелками на рис.3(а)). В дальнейшем вокруг них группируются новые агрегированные нанобразования.

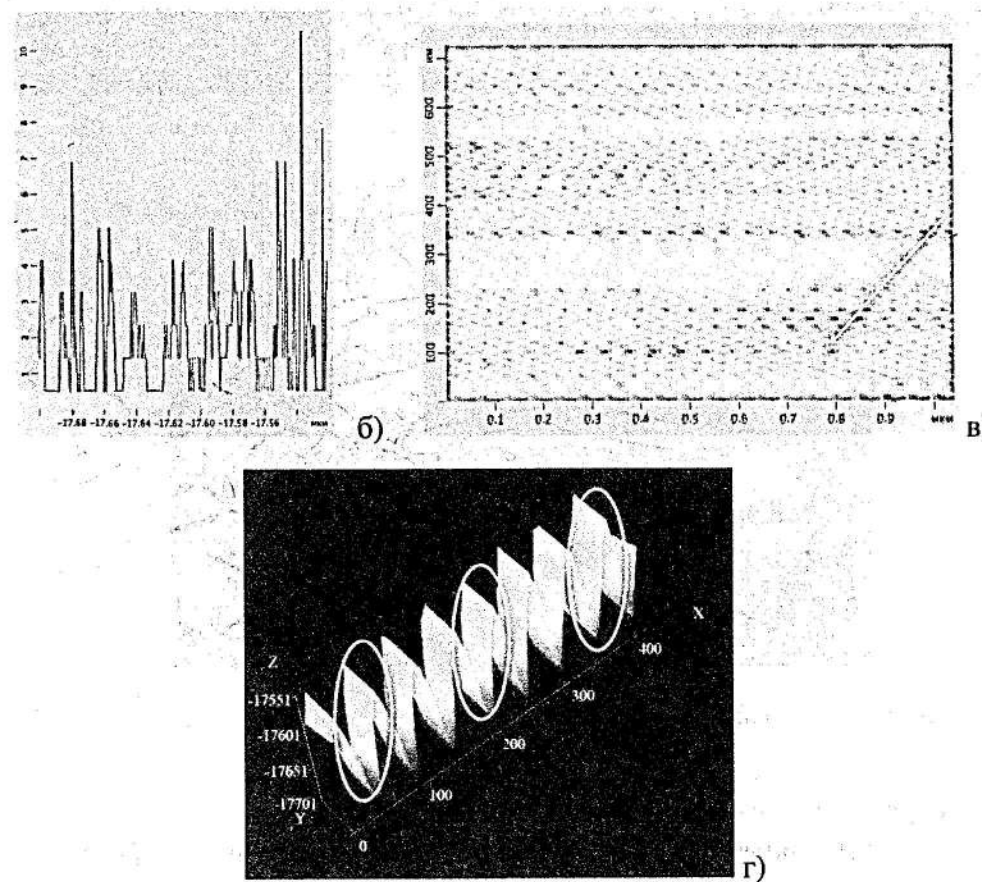
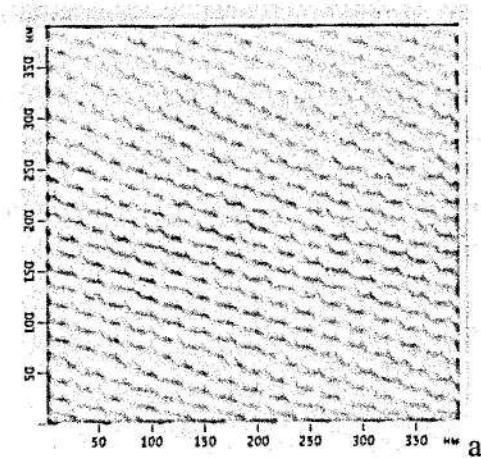


Рис. 3. в); б) Гистограмма по рис. а); г) 3D- изображение частиц а).

На АСМ- изображениях в 2D-масштабе поверхности (0001) получены упорядоченные структуры в области скана 350x350 nm (рис. 4а) $GaSe$, наблюдаются куполообразные НО. Фрагмент морфологии этих НО в латеральной плоскости представлена на рис. 4б (отмечены стрелками), а 3D-масштаб их дан на рис. 4(в). При образовании поверхностных дефектов, которые имеют в базисной плоскости СК форму призмы (см. рис. 4а) с меньшим радиусом, ковалентные связи между атомами металла в слое разрываются, и они выпадают в межслоевом пространстве. Глубина нанополостей с поперечным сечением обычно не превышает величину параметра «С» кристаллической решетки $GaSe$. НО размещены преимущественно вдоль линий дислокационных сеток.



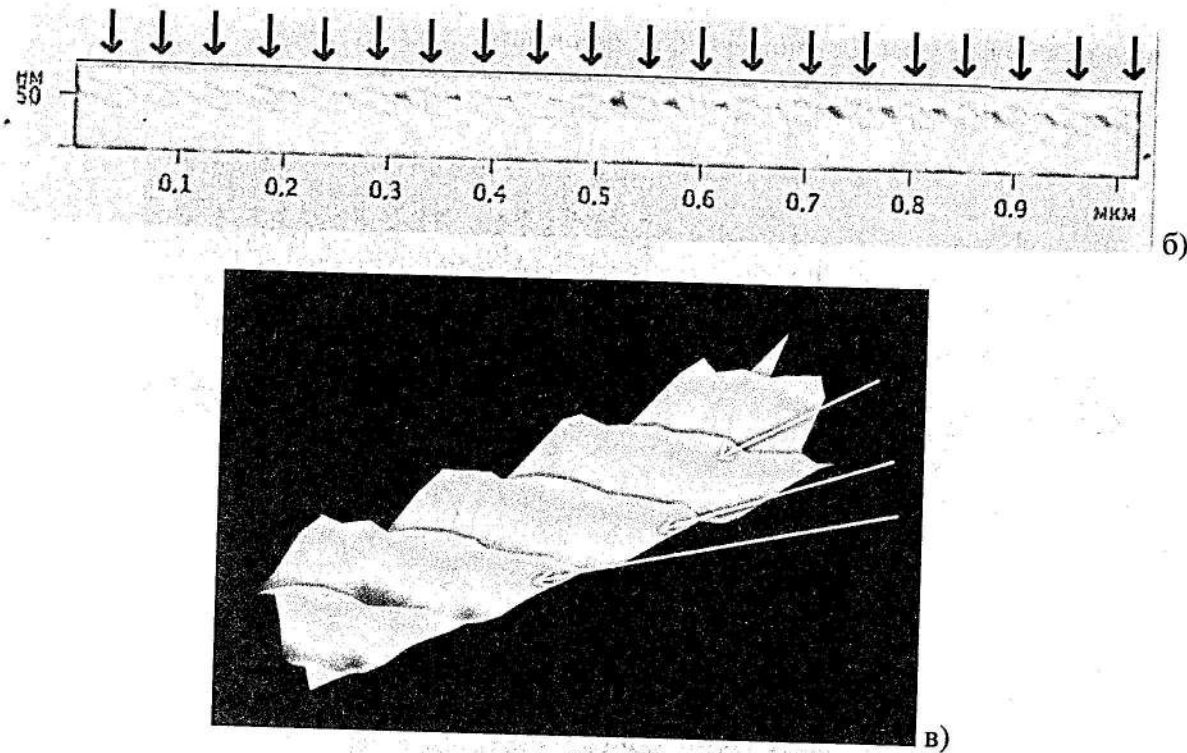


Рис.4. а)- АСМ изображение в 2Д масштабе GaSe-Ag>; б) Фрагмент в 2Д- масштабе МНЭ; в) фрагмент в 3Д- масштабе МНЭ

АСМ - образ ВдВ-поверхности, полученный после скалывания и экспонирования его в течение 60 min, представляющий собой гофрированную поверхность, представлен на рис. 4 (а, б). Обращает на себя внимание сложный характер гофрирования, профиль которого приведен на рис. 5(в). Это последовательность максимумов различной амплитуды. Периодичность следования больших максимумов составляет ~20nm, максимальное значение амплитуды (перепад высот от основания до максимального значения) ~6,5nm. На рис. 5 (б) ясно видно формирование геометрии межслоевого нанообъекта подобного фрактальной поверхности Кох [7]. Такая поверхность формируется последовательными процессами гофрирования. Размеры их не попадают под квалификацию, данную в [1]. Также как и нитевидные и пластинчатые частицы поверхности Кох могут содержать гораздо больше атомов и иметь два или три линейных размера, превышающих пороговое значение.

В данном случае поверхностный фрактальный элемент сформирован на первом шаге процесса и, согласно расчетам, ее фрактальная размерность составляет $D=2,26$. Схема таких - 2D и -3D поверхностей представлена в [7]. Таким образом, геометрическая конфигурация фигур Коха в первом поколении, полученная в межслоевом пространстве схематично подобна идеальной структуре, данной в [7], и в качестве характеристической формы следует рассматривать размер ее структурного элемента (данного на рис.5а, б) - «генератора» состоящего из четырех звеньев (все звенья имеют одинаковые размеры)). Можно сказать, что возникновение диссипативных структур является универсальным всеобщим процессом, применимым и для формирования межслоевых наноструктурированных нанообъектов в $\langle Ag \rangle_{0.01} GaSe$. Это относится и к формированию островков пирамидальной формы и других иерархически упорядоченных структур (см. рис.5 (в), рис. 6).

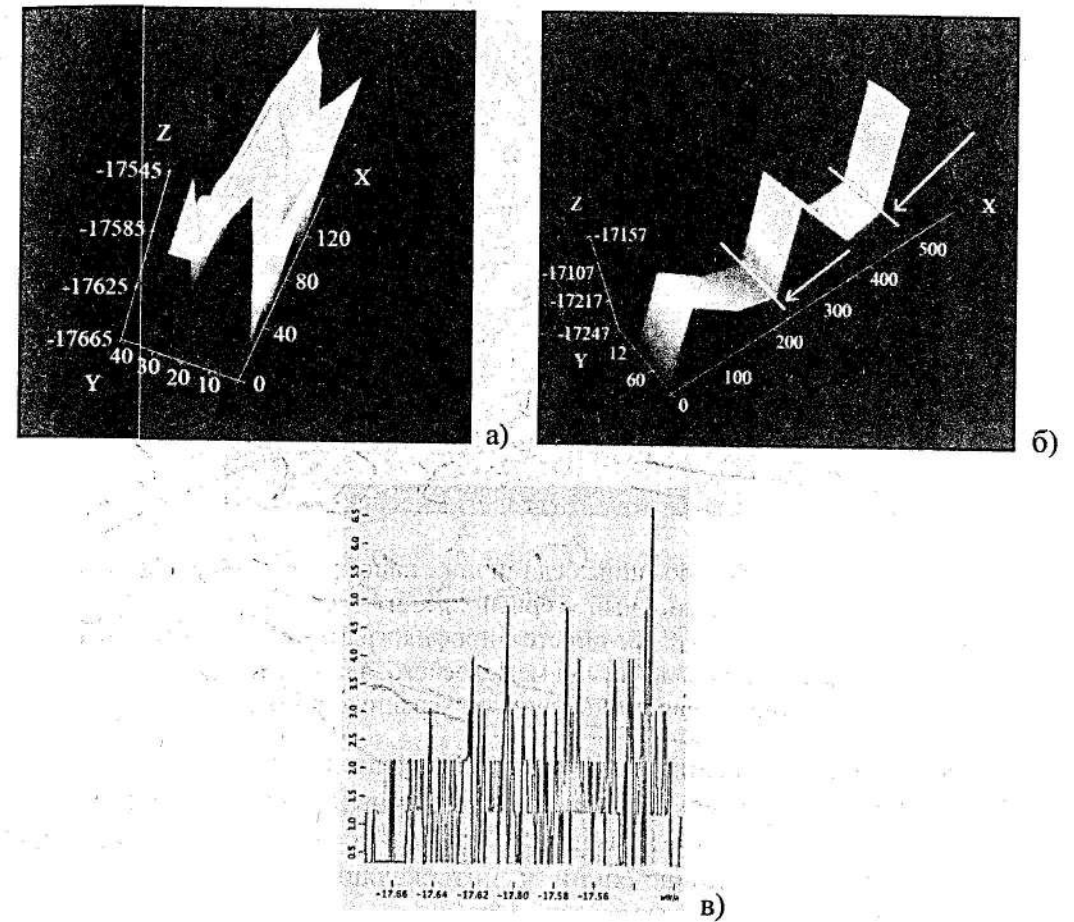
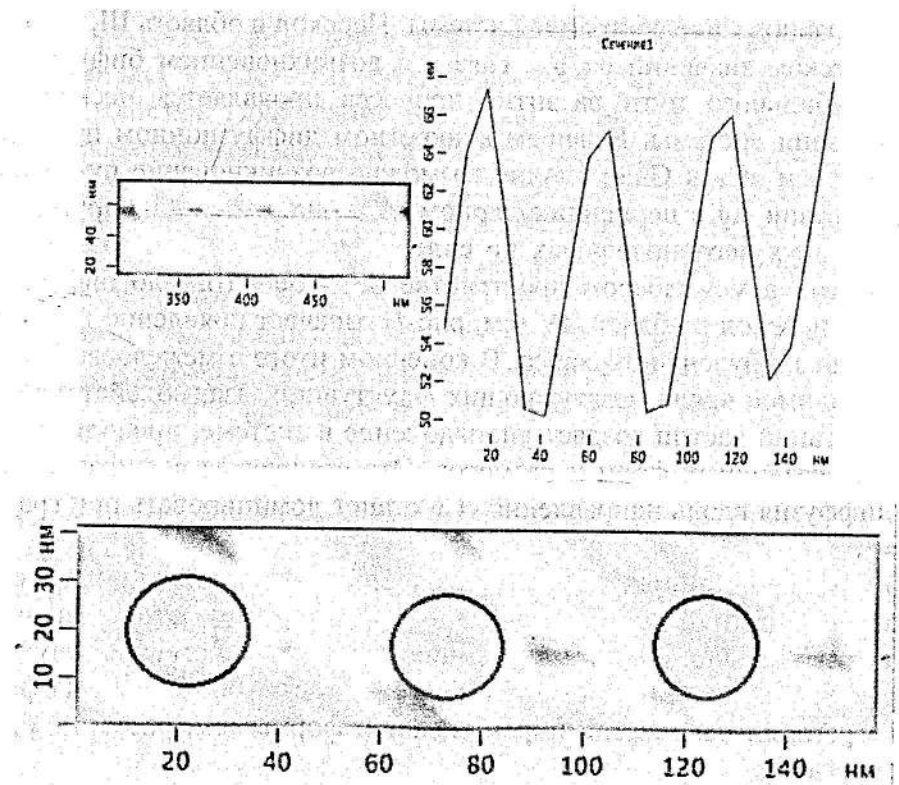


Рис.5. а)- фрактальный фрагмент 3Д - изображения; б)- межслоевая фрактальная поверхность подобная поверхности Кох; в)- фрактальная профилограмма поверхностей Кох



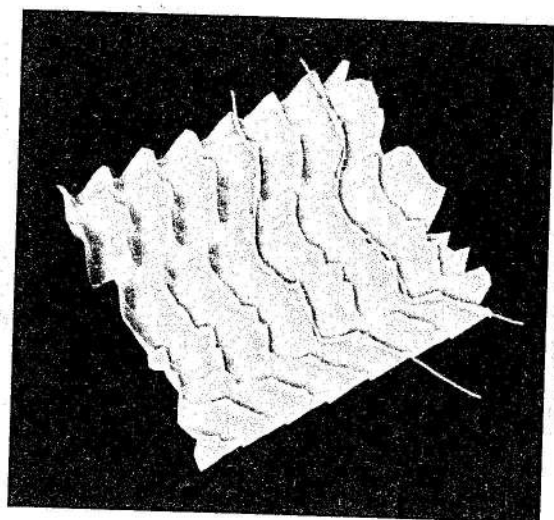


Рис.6. (а, б, в) 3Д изображение агрегированных единичных нанофрагментов и образующих перколяционный «горный хребет»
Двумерная часть изображения $\langle \text{Ag} \rangle_{0,01} \text{GaSe}$ вместе с профилограммой (б) распределения данного по сечению 1 на рис. 1 а); в) фрагмент изображения межслоевого элемента, представляющего фигуру с основанием, напоминающим трехгранную пирамиду

Различные примеры диссипативной самоорганизации приведены в [1], среди них можно выделить образование ячеек Бенара, вис커еры, сверхпроводящих висмутсодержащих купратов, и др. К процессам самоорганизации можно отнести класс явлений, сопровождающих градиентную диффузию, приводящий к интеркаляции в наноразмерную ванн-дер-ваальсовую щель в слоистых кристаллах.

К эволюции процесса в таких системах можно применить зависимость величины обобщенного потока I (или массы) от движущей силы процесса ξ (рис. 7 из [1]). Значению $\xi=0$ соответствует равновесное состояние системы. Переход в область III, происходящий при некотором критическом значении $\sigma = \text{Do}_2$, связан с возникновением бифуркации. При этом вместо одного стабильного пути развития процесса проявляется несколько возможных направлений эволюции системы. В нашем конкретном диффузионном процессе атомов Ag вдоль направления оси «С» в GaSe вполне возможно возникновение путей проникновения атомов путем диффузии Ag в перпендикулярном направлении «С» из других слоев GaSe. В процессе развития двух неравнозначных по силе диффузий атомов, возникает хаотическое распределение частиц в межслоевом пространстве $\text{Se}^{(1)} - \text{Se}^{(1)}$ (начало бифуркации). Можно предположить, что переход в область IV (см. рис.7) означает появление так называемого детерминированного или турбулентного хаоса. В конечном итоге в межслоевом объеме системы происходит необходимое число незатухающих флуктуаций; взаимодействие (этих флуктуаций) с учетом агрегаций частиц создает упорядочение в системе, приводящей к формированию нанообъектов различных форм и размеров. Это становится возможным в критический момент, когда диффузия вдоль направления «С» станет доминировать при градиентной диффузии (при $t_{\text{top}}=300^\circ\text{C}$).

Неравномерная система дефектов и адсорбированных частиц на ВдВ-поверхности стремится к равновесию путем самоорганизации, формируя при этом поверхность с минимальной энергией. При таких процессах формируется пространственно упорядоченная гофрированная структура, которая наблюдается на поверхности (0001) GaSe. Гофрирование возникает за счет агрегации наночастиц пирамидальной формы (см. рис. 6 (а, б, в) на рис.6(б) (они отмечены кругами).

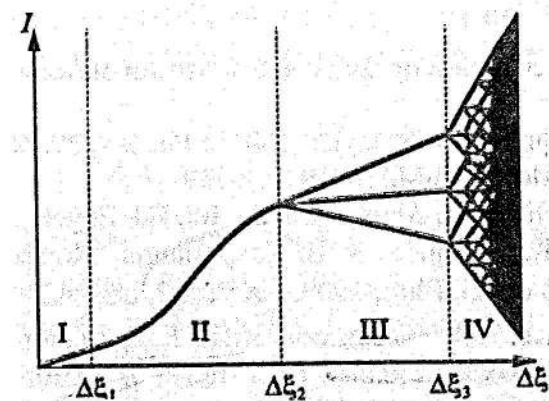


Рис.7. Схема, иллюстрирующая возникновение бифуркации и дальнейшие направления эволюции системы за счет случайных флуктуаций [1]

Можно предположить, что гофрированная поверхность (рис.6(в)) формируется путем самоорганизации в результате протекания кооперативных дислокационных процессов в базисных и пирамидальных кристаллографических плоскостях в верхних слоях СК. На рис.5(б) дан пример «генератора» МНСЭ, с помощью которого формируются поверхности, представленные на рис. 2 и рис. 4.

Мы полагаем, что гофрирование межслоевой поверхности GaSe $\langle \text{Ag} \rangle$ отражает его стремление к сохранению устойчивых МНСЭ. Гофрированные поверхности могут обладать уникальными свойствами подобно моноатомному слою графита (графен), которым прогнозируют широкое практическое применение в нанотехнологиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методом сканирующей зондовой микроскопии исследована морфология поверхностей (0001) слоистого монокристалла GaSe $\langle \text{Ag} \rangle$.

Высказано предположение, что гофрирование поверхности является характерным для СК на основе $\langle \text{Ag} \rangle_{0,01} \text{GaSe}$. Такая форма самоорганизованной поверхности в $\langle \text{Ag} \rangle_{0,01} \text{GaSe}$ между слоями возникает в результате протекания кооперативных дислокационных процессов в базисных плоскостях. Полученное в настоящей работе АСМ- изображение с тонкой структурой гофрирования отражает на атомном масштабном уровне перераспределение плотности вещества на межслоевой поверхности (0001) после интеркалирования. В итоге мы получаем разнообразные нанообразования, а также структуры, подобные простой фрактальной поверхности Кох. На первом шаге формирования этот МНСЭ можно назвать генератором процесса для кривой Кох.

Таким образом, самоорганизация в межслоевом пространстве Se-Se GaSe включает взаимодействие части атомов кристаллической решетки селенового слоя с серебром, что приводит к самоорганизации фракталов и к возникновению порядка в их расположении в пространстве $\text{Se}^{(1)} - \text{Se}^{(1)}$:

- включает пространственный (наноструктурный) и временной (динамический) порядок в неравновесных диссипативных структурах;
- затрагивает только межслоевой уровень;
- приводит к образованию фрактальных ансамблей на основе генерированных проводных МНСЭ.

В целом самоорганизация в GaSe-Ag включает не только взаимодействие между частями, но и интеграцию этих фрагментов, обуславливающую коллективное поведение всей гибридной структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.Д. Третьяков, Процессы самоорганизации в химии материалов// Успехи химии, 7 (8) 2003, с.731-763.
2. Б.М. Смирнов. Успехи физических наук// (УФН), Россия, 29, 481, 1987.
3. Е. Федер // Фракталы, Москва, «Мир», 1991, с.259.
4. A. Müller, H. Reuter, S. Dillinger, Angew. Chem., Int. Ed. Engel., 34, 2328, 1995.
5. Ф.К. Алескеров, С.Ш. Кахраманов, К.Ш. Кахраманов. Морфология поверхности (0001) $A_2^v B_3^w$ <примесь> //Fizika (Bakı, Elm), 2009, с.XV, №2, с.38-42.
6. А.М. Пашаев, Б.Г. Тагиев, Ф.К. Алескеров, К.Ш. Кахраманов, О.Б. Тагиев. Наноступенчатые структуры в слоистых кристаллах типа Bi_2Te_3 , // «Аморфные и микрокристаллические полупроводники», Сб. трудов VII Международной конференции, 2010, Санкт-Петербург, с.414-415.
7. А.П. Бахтинов, В.Н. Водопьянов, З.Д. Ковалюк, В.В. Нетяга, О.С. Литвин // Физика и техника полупроводников (Россия). 2010, т.44, в.2, с.180-193.
8. Е. Федер. Фракталы. Москва, «Мир», 1991, с. 260.

NANOSTRUKTURLAŞMIŞ LAYARASI FRAKTAL SİSTEMLƏRİN ÖZÜNÜTƏŞKİLETMƏ PROSESİ

A.M. Paşayev, B.H. Tağıyev,

F.K. Ələskərov, K.Ş. Qəhrəmanov, Ə.Ə. Səfərzadə, R.Ə. İbrahimov

Fraktallar və nanokompozitlər daxil olmaqla, nanoobyektlərin layarası formalaşmasının tədricən inkişafından asılı olan interkalasiya olunmuş laylı kristalların özünütəşkiletmə təzahurlərinə baxılmışdır. Geyri xətti dinamika üsülünün istifadəsi müxtəlif formalı layarası nanotörəmələrin formalaşmasını izah etməyi asandlaşdırır, o sayda Kox fraktallı təbəqələr strukturlarıda. Büzmələnmiş strukturlar yalnız Kox təbəqələri yox, əsasən layarası nanostrukturulu elementləri olan digər nanoobyektləri də formalaşdırır.

SELF-ORGANIZING PROCESSES NANOSTRUCTURED INTERFACE FRACTAL SYSTEMS

A.M. Pashayev, B.H. Tagiyev,

F.K. Aleskerov, K.Sh. Qakhramanov, A.A. Safarzade, R.A. Ibrahimov

The self-organizing phenomena in intercalated the layered crystals which evolution is connected with formation interface nanoobjects, including fractals and nanocomposites are considered. Use of approaches of nonlinear dynamics facilitates an explanation optimum of formation interface nanorganization various forms including structures similar fractal surfaces Kox. Corrugated structures form not only surfaces Kox, but also others nanoobjects which basis are interface nanostructure elements.

VERTİKAL SÜRƏTİ ÖLÇƏN MAQNİT LEVİTASIYA QURĞUSUNUN KONSTRUKTİV PARAMETRLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ

O.Z. Əfəndiyev, A.Z. Məmmədov

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə vertikal sürəti ölçən maqnit levitasiya qurğusunun konstruktiv parametrlərinin hesablanması sxemi göstərilmiş, $K(\bar{R})$ nisbi dartqı əmsalının xarakteristikaları qurulmuş və konstruktiv parametrlərinin optimal qiymətlərinin tapılmasının analizi aparılmışdır.

Maqnit levitasiya əsaslı vertikal sürəti ölçən qurğunun layihələndirilməsi və işlənməsi üçün solenoidin maqnit sahəsinin qarşılıqlı təsir qüvvə xarakteristikası və onun daxilində yerləşmiş silindirik formalı maqnit içlik haqqında geniş informasiyaya malik olmaq olduqca vacibdir. Bunun üçün sistemin müxtəlif konstruksiya, elektrik və maqnit parametrləri zamanı qüvvə xarakteristikasının forması məlum olmalıdır. Bu informasiyanı maqnit sahəsində silindirik maqnit içliyin levitasiya vəziyyətində baş verən fiziki proseslərin nəzəri tədqiqatı ilə əldə etmək olar.

Maqnit levitasiya əsaslı vertikal sürəti ölçən qurğunun qüvvə xarakteristikasının tədqiqatının əsası maqnit levitasiya sisteminin konstruktiv parametrlərinin optimal qiymətinin müəyyən olunmasıdır. Bu zaman az enerji sərf etməklə və solenoid cərəyanının stabil saxlanması ilə silindirik maqnit içliyin levitasiya vəziyyəti dayanıqlı təmin olunmalıdır.

Maqnit levitasiya sisteminin qüvvə xarakteristikasının əsas parametri $K(\bar{Z})$ solenoidin dartqı qüvvə əmsalıdır. Burada z solenoid dolağının yuxarı hissəsi ilə levitasiya edən silindirik maqnit içliyin yuxarı hissəsinə qədər olan məsafə götürülür [1].

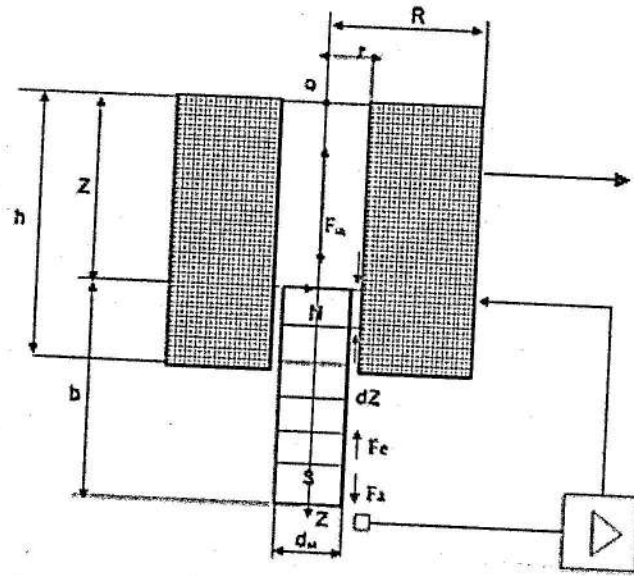
Məlum olduğu kimi [2] vertikal sürəti ölçən maqnit levitasiya qurğusunun dartqı xarakteristikasının forması yalnız $K(\bar{Z})$ nisbi dartqı əmsalından asılıdır. Eyni zamanda bu nisbi dartqı əmsalı solenoidin \bar{R} , \bar{r} -solenoid dolağının nisbi xarici və daxili radiusundan, h -solenoid dolağının hündürlüyündən və \bar{b} -silindirik maqnit içliyin nisbi uzunluğundan, d_m -maqnit içliyin diametrindən, həmçinin levitasiya vəziyyətində maqnit içliyin \bar{Z} -nisbi dartqı koordinatından asılıdır. Solenoidin dartqı qüvvəsi formulasının qalan parametrləri d_d ; B_m ; I_c dartqı xarakteristikasının formasına praktiki olaraq təsir etmir [2].

İlkin olaraq solenoidin dolağının daxili radiusunun ölçüsünə məhdudiyyət qoyulmalıdır və onun minimal qiyməti $r_{\min}=7\text{mm}$ götürülür. Çünki bu parametrin artırılması zamanı solenoidin dartqı qüvvəsi nəzərə çaracaq dərəcədə aşağı düşür.

Növbəti məhdudiyyət 71 ГЮ (71% - manqan; 29% - alüminium) ərintili maqnitbərk materialdan olan silindirik içliyin ölçüləridir. Bu ərinti yetəri qədər yüksək səviyyədə maqnit induksiyası stabilliyinə malikdir: $B_r=0.5 - 0.65\text{ Tl}$ [3]. Bu növ materialdan olan içlik silindirik formalı standart ölçüdə buraxılır: diametri $d_m=5.3\text{mm}$ və uzunluğu $b=11\text{mm}$. Buna görə də maqnit içliyin uzunluğunu dəyişdirərkən onu yalnız $\Delta b=11\text{mm}$ addımla artırıb azalda bilərik.

Şəkil 1-də vertikal sürəti ölçən maqnit levitasiya qurğusunda solenoid və maqnit içliyin konstruktiv parametrlərinin hesablanması sxemi göstərilmişdir.

Bununla belə nəzərə almaq lazımdır ki, qalvanomaqnit tipli maqnit levitasiya əsaslı vertikal sürəti ölçən qurğuda Holl vericisi iki maqnit sahəsinin təsiri ilə işləyəcək: maqnit içliyin güclü lokal sahəsi və solenoidin nisbi kiçik sahəsi. Nəzərə almaq lazımdır ki, hər iki sahənin qüvvə xətlərinin istiqaməti həmişə üst-üstə düşür. Nəticə etibarlı ilə solenoidin maqnit sahəsinin təsiri Holl vericisinin həssaslığı ilə razılaşıdırılır, lakin levitasiya vəziyyətinin dayanıqlığına praktiki olaraq təsir etmir. Bu maqnit levitasiya əsaslı vertikal sürəti ölçən qurğuda praktiki olaraq təsdiqlənib.



Şəkil 1. Solenoid və maqnit içliyin konstruktiv parametrlərinin hesablanması sxemi

Məlum olduğu kimi maqnit levitasiya sisteminin dinamik tənliyini yazmaq üçün levitasiya cisminə vertikal istiqamətdə təsir edən bütün qüvvələr nəzərə alınır. Vertikal hərəkət zamanı maqnit levitasiya sisteminə vertikal istiqamətdə ətalət qüvvəsi təsir edəcək. Bu zaman maqnit levitasiya sisteminin dinamik tənliyi aşağıdakı kimi olacaqdır [4]:

$$G - F_e \pm F_i = 0, \quad (1)$$

harada ki,

$$G = m \cdot g - \text{ağırlıq qüvvəsi [N];}$$

$$F_i = m \cdot \frac{d^2 Z}{dt^2} = m \cdot \frac{dV_y}{dt} - \text{levitasiya cisminə vertikal istiqamətdə təsir edən inersiya qüvvəsi;}$$

$$\frac{dV_y}{dt} - \text{levitasiya cisminin vertikal yerdəyişməsi zamanı yaranan təcil } \left[\frac{m}{\text{san}^2} \right];$$

$$V_y - \text{vertikal sürət } \left[\frac{m}{\text{san}} \right];$$

m – maqnit içliyin kütləsi [kq];

$$F_e = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{d_m^2}{d_n^2} \cdot B_m(b) \cdot h \cdot K(\bar{z}) \cdot I_c = K_0 \cdot I_c - \text{solenoidin elektromaqnit dartı qüvvəsi [N];}$$

$$K_0 = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{d_m^2}{d_n^2} \cdot B_m(b) \cdot h \cdot K(\bar{z}) \cdot I_c - \text{solenoidin dartı qüvvə əmsalı;}$$

I_s – solenoiddən axan cərəyandır [A];

Verilənləri (1) tənliyində yerinə yazsaq, nəticədə vertikal sürətin dəyişməsi $V_y(t)$ aşağıdakı kimi olacaq [4]:

$$V_y(t) = \int_0^t a_v dt = \int_0^t \left(g - \frac{k_0}{m} I_s \right) dt = g \cdot t - \frac{k_0}{m} \int_0^t I_s dt \left[\frac{m}{\text{san}} \right], \quad (2)$$

Baxılan halda konstruksiya parametrlərinin qiyməti aşağıdakı kimi seçilə bilər:

Solenoid dolağının xarici radiusu - $R = 10 \div 100$ mm;

Dolağın hündürlüyü - $h = 30; 50; 75; 100$ mm;

Maqnit içliyin uzunluğu - $b = 11, 22, 33, 44, 55$ mm

Solenoid dolağının daxili radiusu - $r = 7$ mm = const.

Maqnit içliyin diametri - $d_m = 5.3$ mm = const

Qeyd etmək lazımdır ki, solenoidin nisbi qarşılıqlı təsir qüvvəsinin optimal qiymətlərinin seçilməsi zamanı solenoidin konstruksiya parametrlərinin nisbi qiymətləri götürülür:

$$\bar{z} = \frac{z}{h}; \quad \bar{b} = \frac{b}{h}; \quad \bar{R} = \frac{R}{h}; \quad \bar{r} = \frac{r}{h};$$

h – dolağın hündürlüyü, mm;

z – maqnit içliyin yuxarı sonluğundan solenoid dolağının yuxarı hissəsinə qədər olan məsafə, mm;

R və r – solenoid dolağının xarici və daxili radiuslarıdır, mm;

Levitasiya vəziyyətində olan maqnit içliklə solenoid arasındakı nisbi qarşılıqlı təsir qüvvə əmsalı aşağıdakı kimidir [1]:

$$K(\bar{z}) = \bar{z} \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + \bar{z}^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + \bar{z}^2}} - (\bar{z} - 1) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + (\bar{z}^2 - 1)^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + (\bar{z}^2 - 1)^2}} - (\bar{z} + \bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + (\bar{z} + \bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + (\bar{z} + \bar{b})^2}} + (\bar{z} - 1 + \bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + (\bar{z} - 1 + \bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + (\bar{z} - 1 + \bar{b})^2}}, \quad (3)$$

Mütləq və nisbi vahidlə hər bir h və b üçün levitasiya vəziyyətində başlanğıc qiymətin diapazonunu \bar{Z}_b müəyyən edir:

$$\bar{Z}_b = 0.5 \cdot h - 0.5 \cdot b = 0.5 \cdot (h - b)$$

$$\bar{Z}_b = \frac{z}{h} = 0.5 \cdot (1 - \bar{b}), \quad (4)$$

Son qiymət olaraq $\bar{Z}_b = 1$ götürülür.

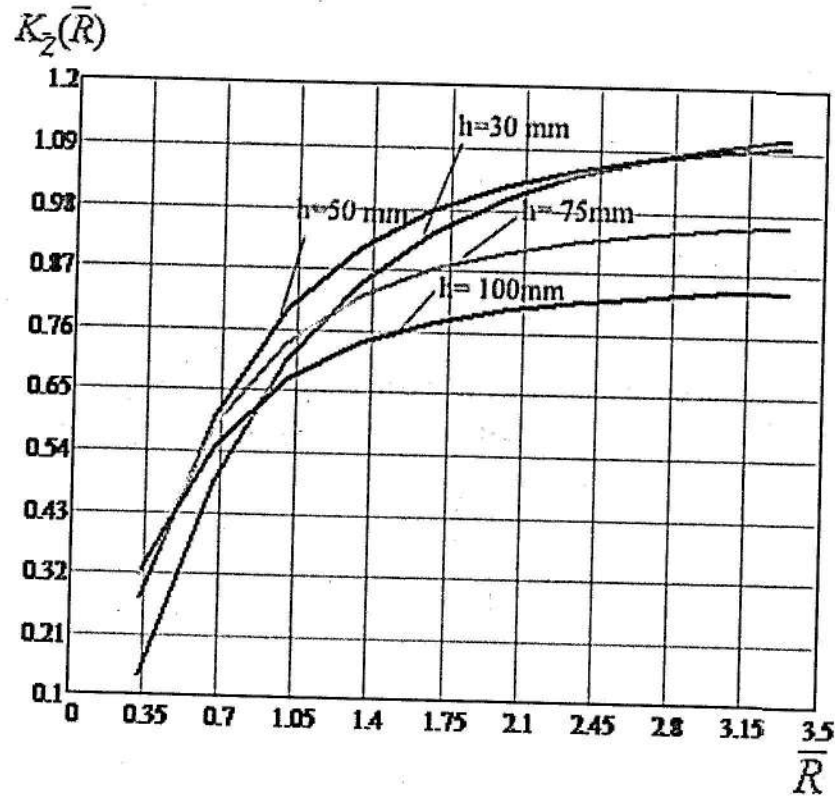
\bar{Z}_b - in qiymətini (3) düsturuna əsasən yoxlayaq:

Məlum olur ki, $\bar{Z}_b = 0.5 \cdot (1 - \bar{b})$ olduğu zaman $K(\bar{Z}_b)$ həmişə sifra bərabər olur.

(4) ifadəsini (3) – də yerinə yazsaq aşağıdakı asılılığı alırıq:

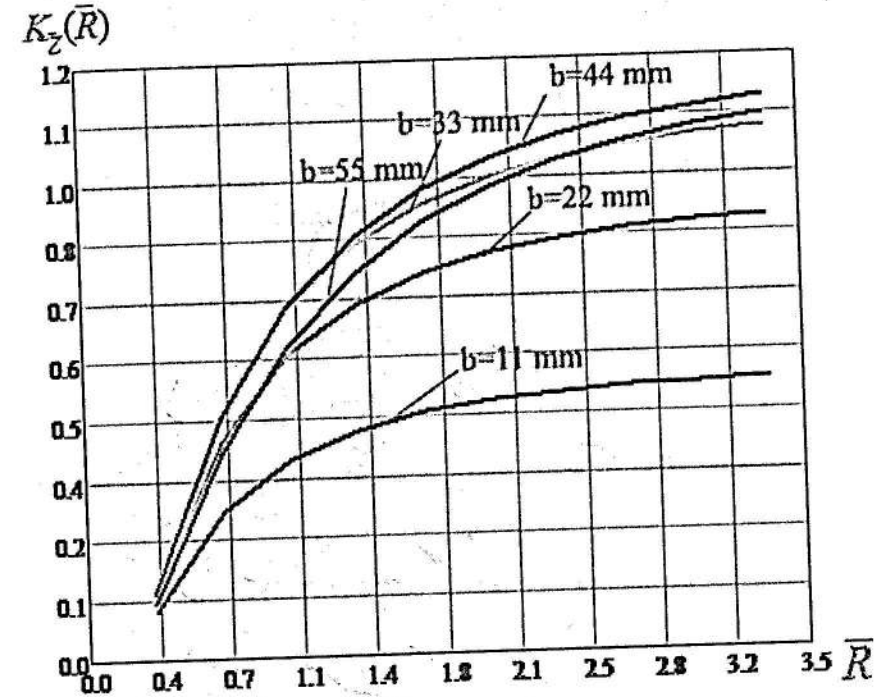
$$K(\bar{Z}) = 0.5(1-\bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + 0.25(1-\bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + 0.25(1-\bar{b})^2}} + 0.5(1+\bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + 0.25(1+\bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + 0.25(1+\bar{b})^2}} - 0.5(1+\bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + 0.25(1+\bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + 0.25(1+\bar{b})^2}} - 0.5(1-\bar{b}) \cdot \ln \frac{\bar{R} + \sqrt{\bar{R}^2 + 0.25(1-\bar{b})^2}}{\bar{r} + \sqrt{\bar{r}^2 + 0.25(1-\bar{b})^2}} = 0$$

Levitasiya qurğusunun konstruktiv parametrlərinin optimal qiymətlərinin seçilməsi üçün ilkin olaraq maqnit içliyin uzunluğu $b=44 \text{ mm} = \text{const}$ və solenoidin hündürlüyünün $h=30, 50, 75, 100 \text{ mm}$ vəziyyətində \bar{R} solenoidin xarici radiusu ilə $K(\bar{R})$ nisbi dartı əmsalı arasındakı asılılığı ala bilərik.



Şəkil 2. $r=7\text{mm}=\text{const}$, $b=44=\text{const}$ və $h=30, 50, 75, 100 \text{ mm}$ halı üçün $K_z(\bar{R})$ nisbi dartı əmsalının solenoidin \bar{R} nisbi xarici radiusundan asılılığı

Daha sonra $h=30\text{mm}$ və $b=11, 22, 33, 44, 55 \text{ mm}$ halı üçün \bar{R} solenoidin xarici radiusu ilə $K(\bar{R})$ nisbi dartı əmsalı arasındakı asılılığı ala bilərik.



Şəkil 3. $r=7\text{mm}=\text{const}$, $h=30\text{mm}$ və $b=11, 22, 33, 44, 55 \text{ mm}$ halı üçün $K_z(\bar{R})$ nisbi dartı əmsalının solenoidin \bar{R} nisbi xarici radiusundan asılılığı

Yuxarıda alınmış əyriyə əsasən müəyyən edilir ki, vertikal sürəti ölçən maqnit levitasiya qurğusunun h, b və R konstruktiv parametrlərinin optimal qiymətlərini $K(\bar{R})$ - nisbi dartı əmsalına görə seçə bilərik.

ƏDƏBİYYAT

1. Пашаев А.М., Эфендиев О.З. Теория и практика магнитной левитации в приборостроении. Москва, «Машиностроение», 2009. – 335с.
2. Əfəndiyev O.Z., Məmmədov A.Z. Maqnit levitasiyası prinsipləri əsasında vertikal sürətölçənin qurulmasının bəzi nəzəri aspektləri, Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi Əsərləri №1, Bakı-2010.
3. Постоянные магниты. Справочник / под редакцией Пятин Ю.М. Энергия, 1980, 496 с.
4. Əfəndiyev O.Z., Məmmədov A.Z. Vertikal sürəti ölçən levitasiya qurğusunun qüvvə xarakteristikası. Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi Məcmuələr, Bakı -2010.

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ЛЕВИТАЦИОННОГО ПРИБОРА, ИЗМЕРЯЮЩЕГО ВЕРТИКАЛЬНУЮ СКОРОСТЬ

О.З. Эфендиев, А.З. Мамедов

В статье изложена схема расчета конструктивных параметров магнитно- левитационного прибора, измеряющего вертикальную скорость, построены характеристики сравнительного притяжения $K_z(\bar{R})$ и analyzed расчет оптимальных значений конструктивных параметров.

CHOICE OF DESIGN DATA MAGNET LEVITATION THE DEVICE MEASURING
VERTICAL SPEED

O.Z. Efendiyev, A.Z. Mamedov

In article the scheme of calculation of design data magnet levitation the device measuring is stated vertical speed, characteristics of comparative attraction $K_z(\bar{R})$ and analyze calculation of optimum values of design data are constructed.

Внимание!

В нашем журнале всегда найдется место для Вашей рекламы!
Обращайтесь в нашу редакцию.

Наш адрес: AZ 1045 Bakı ş. 25-ci km
Milli Aviasiya Akademiyası.
Tel: 497-26-00, əlavə 21- 85.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ
СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОЕДИНЕНИЙ $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$

Э.М. Годжаев, З.А. Джахангирли, С.И. Сафарова, К.Д. Гюльмаммедов

Азербайджанский технический университет

П.Ф. Алнева

Азербайджанский институт учителей

В работе изложены результаты экспериментального определения и расчета структурных параметров тройных соединений $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$ на основе их зонной структуры.

Известно, что для современного решения проблем проводимости новых соединений необходимы более конкретные представления о природе сил, действующих в кристаллических решетках. В связи с этим очень важны вопросы кристаллохимии, которые базируются на структурных исследованиях. Для определения структурных параметров новых соединений и твердых растворов обычно используются экспериментальные методы. В данной работе приводятся результаты экспериментального определения и расчета структурных параметров тройных соединений $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$.

Как известно, при внешнем воздействии на кристалл, он подвергается деформации. При этом меняются и параметры решетки, и параметры, определяющие положение атомов (их координаты). Поэтому расчет этих параметров при заданном значении деформации является важной задачей. Считается, что давление определяется производной полной энергии от давления при постоянной энтропии S

$$P = - \left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_S,$$

а модуль всестороннего сжатия – производной давления по объему при постоянной температуре $B = -V \left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_T$.

На эксперименте производная модуля всестороннего сжатия находится при малых изменениях давления $B' = \left(\frac{\partial B}{\partial P} \right)_T$.

Если принять, что $B' = B'_0$, то $B = B_0 + B'_0 P$
тогда

$$\frac{dV}{V} = - \frac{dP}{B_0 + B'_0 P}.$$

При интегрировании этого выражения, получаем:

$$P(V) = \frac{B_0}{B'_0} \left(\left(\frac{V_0}{V} \right)^{B'_0} - 1 \right).$$

Откуда имеем:

$$V(P) = V_0 \left(1 + B'_0 \frac{P}{B_0} \right)^{-1/B'_0}$$

Как известно, твердые тела имеют определенный объем равновесия элементарной ячейки V_0 , и с изменением этого объема на малую величину полная энергия кристалла увеличивается. Уравнение состояния Мурнагана [1] описывает зависимость полной энергии E от изменения объема V элементарной ячейки.

$$E(V) = E_0 + \left[\frac{B_0 V}{B'_0} \left(\frac{V_0/V}{B'_0 - 1} + 1 \right) - \frac{B_0 V}{B'_0 - 1} \right] \frac{1}{14703.6}$$

Здесь $E_0 = E(V_0)$ - энергия, соответствующая объему V_0 равновесия (т.е. минимуму энергии), $B = -V(\delta P / \delta V)_T$ - модуль всестороннего сжатия, B_0 - тот же параметр в состоянии равновесия, соответствующий давлению $P = 0$,

Таблица 1

Рассчитанные LAPW методом атомные координаты и модули сил, действующие на атомы в состоянии равновесия, соединения $TlGaSe_2$ (в скобках приведены экспериментальные данные [2])

Атом	Кристал. полож.	x'	y'	z'	$ \vec{F} , \frac{mRy}{a.u.}$
Tl ₁	8f	0.4632 (0.4632)	0.1890 (0.1885)	0.1076(0.1078)	1.198
Tl ₂	8f	0.2164 (0.2163)	0.0615 (0.0613)	0.6166(0.6158)	1.513
Ga ₁	8f	0.3981 (0.3981)	0.1874 (0.1880)	0.8373(0.8378)	1.311
Ga ₂	8f	0.1472 (0.1461)	0.0636 (0.639)	0.3376(0.3391)	1.279
Se ₁	4e	0 (0)	0.9232 (0.9295)	0.25 (1/4)	1.947
Se ₂	4e	0 (0)	0.4527 (0.4468)	0.25 (1/4)	0.545
Se ₃	8f	0.2025 (0.2047)	0.4371 (0.4370)	0.0659(0.0695)	1.806
Se ₄	8f	0.2646 (0.2588)	0.1877 (0.1882)	0.2506(0.2508)	1.071
Se ₅	8f	0.4512 (0.4541)	0.3112 (0.3124)	0.5657(0.5732)	1.794

$B' = (\delta B / \delta P)_T$ - его первая производная по давлению при постоянной температуре. Множитель $\frac{1}{14703.6}$ в уравнении введен для получения значений полной энергии в единицах Rydberg (объем вычисляется в атомных единицах - а.у.).

По экспериментальному определению кристаллографических параметров $TlGaSe_2$ в литературе имеется достаточно много сведений [3-8]. В настоящей работе мы попытались рассчитать кристаллографические параметры данной фазы на основе ее зонной структуры.

Соединение $TlGaSe_2$ кристаллизуется в моноклинной сингонии с пространственной группой симметрии C_{2h}^6 . Основной структурной единицей $TlGaSe_2$ является двумерно периодический слой, состоящий из группы тетраэдров Ga_4Se_{10} , каждый из которых представляет собой объединение четырех элементарных тетраэдров $GaSe_4$, размещенных по алмазному закону вокруг центрального пустого октаэдра Se_6 . Поэтому кристаллографические координаты атомов определялись в системе, связанной с моноклинными осями ($\beta = 100.6^\circ$). Расчеты координат атомов проводились PORT методом (пакет WIEN2k) минимизацией сил, действующих на каждый атом. Процесс минимизации осуществлялся до тех пор, пока модули сил $|\vec{F}| < 2 \frac{mRy}{a.u.}$.

Рассчитанные координаты атомов, расположенные в неэквивалентных положениях, и модули сил, действующие на атомы, найденные для состояния «равновесия», приведены в таблице 1. Для сравнения в этой же таблице даны экспериментально определенные значения атомов координат [2].

Для определения параметров кристаллической решетки в расчетах мы изменяли объем элементарной ячейки в пределах $\pm 8\%$ и рассчитывали соответствующие значения полной энергии.

Параметры, входящие в уравнение состояния Мурнагана, были подобраны таким образом, чтобы зависимость полной энергии от объема элементарной ячейки $E(V)$ (рис. 3.9), полученная из уравнения (показана на рис. сплошной линией), проходила через рассчитанные точки (показаны на рис. обозначением \blacktriangle).

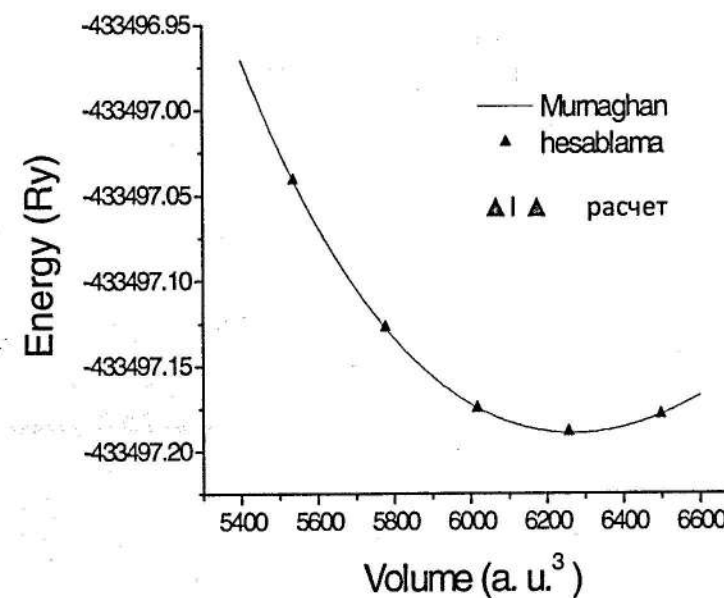


Рис. 1. Зависимость полной энергии от объема элементарной ячейки $TlGaSe_2$ (сплошная линия - расчеты по Мурнагану, отдельные \blacktriangle - рассчитанные значения)

Согласно полученным результатам расчетов объем элементарной ячейки в состоянии равновесия $V_0 = 6268,1419$ а.у., модуль всестороннего сжатия $B = 40,2392$ GPa, его производная по давлению $B' = 4,5588$. Эти результаты хорошо согласуются с расчетами, проведенными по уравнению Бирч-Мурнагана [2] (таблица 2.).

$$E(V) = E_0 + \frac{9V_0 B_0}{16} \left\{ \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]^3 B'_0 + \left[\left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} - 1 \right]^2 \left[6 - 4 \left(\frac{V_0}{V} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \right\} \frac{1}{14703.6}$$

Таблица 2.

Параметры уравнений состояния соединений $TlGaSe_2$ и $InGaTe_2$ Мурнагана и Бирч-Мурнагана.

Параметр	$TlGaSe_2$		$InGaTe_2$	
	По Мурнагану	По Бирч-Мурнагану	По Мурнагану	По Бирч-Мурнагану
V_0 , а.е.	6268,1419	6267.8101	1664.0971	1664.1829
E_0 , Ry	-433437.189425	-433497.189401	-85685.005625	-85685.005625
B , GPa	40.2392	40.1350	35.9321	35.9648
B'	4.5588	4.7886	4.1770	4.0662

Вычисления параметров в равновесном состоянии проводились с учетом постоянства отношения параметров решетки a , b и c .

$$\frac{a'}{c'} = \frac{20.3561}{20.3543} = 1.00009286$$

$$\frac{b'}{c'} = \frac{29.54777}{20.35425} = 1.451675694$$

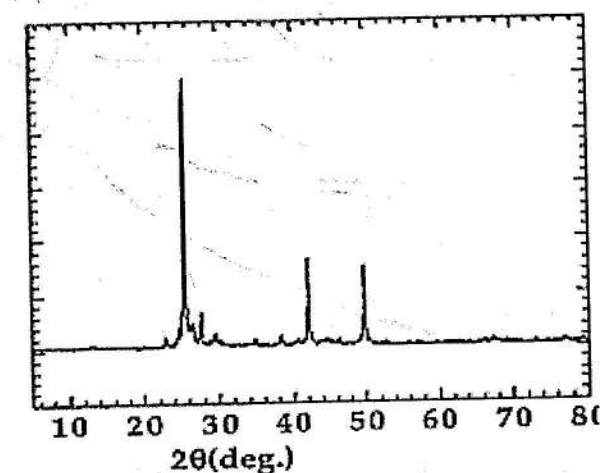
В силу того, что объем элементарной ячейки равен $V = \frac{1}{2} abc \sin \beta$ ($\beta = 100.6^\circ$) и полученный объем состояния равновесия $V_0 = 6268.1419$ а.е., расчеты позволяют найти параметры решетки. Рассчитанные параметры решетки и экспериментальные данные приведены в таблице 3.

Рассчитанные нами параметры кристаллической решетки и координаты атомов в элементарной ячейке хорошо согласуются с литературными данными [2]. Следует отметить, что полученные результаты дают возможность рассчитать в дальнейшем фононный спектр и изучить влияние деформации на электронные и оптические свойства $TlGaSe_2$.

Для синтеза $InGaTe_2$ использовали элементы чистотой In -000, Ga -99, 996, $-Te$ -A-1. Ампулы сначала очищались смесью HF дистиллированной водой, а затем чистым этанолом и теплой дистиллированной водой. После химической очистки эвакуированную до 0,0133 Па ампулу помещали в печь при $1000^\circ C$ на 24 ч, после чего охлаждали и наполняли высокоочищенными элементами. Для гомогенизации сплава смесь выдерживалась 24 часа при температуре $970^\circ C$. Во время процесса синтеза ампулы часто встряхивали с целью лучшего

смешивания составных частей. Далее ампула с веществом со скоростью 1.33 мм в час перемещалась из высокотемпературной зоны в зону кристаллизации с выдержкой при температуре $700^\circ C$ на 12 часов. После чего ампула охлаждалась до комнатной температуры. Монокристаллы $InGaTe_2$ были выращены методом Бриджмена-Стокбаргера. При выращивании монокристалла температура в высокотемпературной зоне была $720^\circ C$, а низкотемпературной $630^\circ C$, скорость движения ампулы 0,5 мм в час.

Полученные кристаллы подвергались рентгеноструктурному анализу. Выявлено, что соединение $InGaTe_2$ кристаллизуется в тетрагональной сингонии, является монофазным с параметрами решетки $a = 8,463(7) \text{ \AA}$, $c = 6,981(8) \text{ \AA}$. Эти величины хорошо согласуются с данными [9], где $a = 8,361 \text{ \AA}$, $c = 7,332 \text{ \AA}$. На рис. 2 представлена рентгеновская дифрактограмма как функция 2θ угла Брега. Результаты рентгенофазового анализа $InGaTe_2$ приводятся в таблице 4. На основе зонной структуры $InGaTe_2$ [9] были рассчитаны параметры элементарных ячеек и данной фазы.

Рис 2. Рентгенограмма соединения $InGaTe_2$

Расчет электронного спектра $InGaTe_2$ был проведен методом функционала плотности, с помощью пакет программ ABINIT [10], использованием псевдопотенциалов Троиллера-Мартинса в базе плоских волн. В разложении волновой функции использовались плоские волны с максимальной кинетической энергией 30 Ha. Параметры решетки определялись путем минимизации полной энергии, а параметры структуры оптимизировались с помощью сил Гельмана-Фейнмана. Процесс минимизации сил осуществлялся до тех пор, пока модули сил $|\vec{F}| < 3 \frac{mRy}{a.u.}$. Оптимизированные параметры решетки $a=8.3945 \text{ \AA}$, $c=6.8352 \text{ \AA}$, параметры халькогена $x=0.1730$.

$InGaTe_2$ кристаллизуется в тетрагональной сингонии, является однофазным с параметрами решетки $a = 8.463(7) \text{ \AA}$, $c = 6.981(8) \text{ \AA}$. Эти величины хорошо согласуются с данными [10], где $a = 8.361 \text{ \AA}$, $c = 7.332 \text{ \AA}$ и нашими экспериментальными $a=8.361 \text{ \AA}$, $c=6.981 \text{ \AA}$.

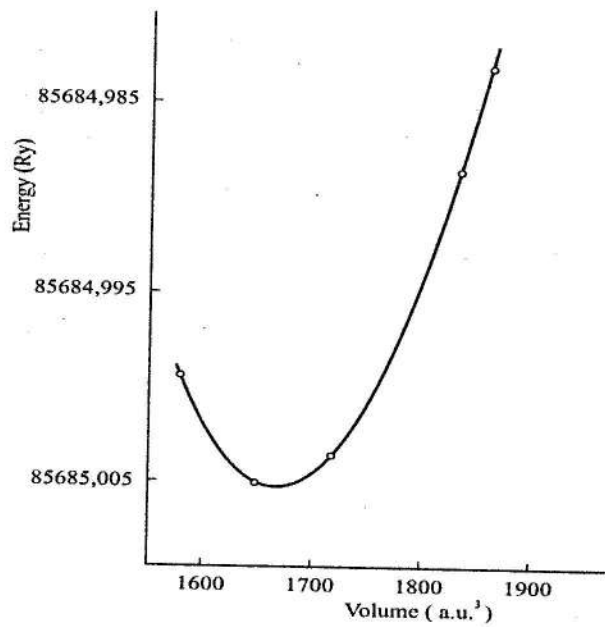


Рис.3. Зависимость полной энергии от объема элементарной ячейки $InGaTe_2$

Таблица 3.

Рассчитанные LAPW методом параметры решетки $TlGaSe_2$ и $InGaTe_2$

Параметры решетки	$TlGaSe_2$			$InGaTe_2$		
	Расчеты, LAPW	Погрешность	Экспер.	Расчеты, LAPW	Погрешность	Экспер.
$a, \text{Å}$	10.920	1.4%	10.772	8.3945	1%	8.361
$b, \text{Å}$	10.919	1.4%	10.771	-	-	-
$c, \text{Å}$	15.853	1.4%	15.636	6.8352	1.02%	6.981
β°	100.6	—	100.6	90	-	-

Таблица 4.

Рентгенографические данные соединений $InGaSe_2$ и $InGaTe_2$

$InGaSe_2$				$InGaTe_2$			
θ	$d_e, \text{Å}$	$d_n, \text{Å}$	hkl	θ	$d_e, \text{Å}$	$d_n, \text{Å}$	hkl
11°	4.0411	4.001	200	$10^\circ 37'$	4.1795	4.1805	200
$14^\circ 13'$	3.1406	3.1380	211	$14^\circ 5'$	3.1661	3.1670	211
$15^\circ 48'$	2.8301	2.8296	220	$15^\circ 7'$	2.9571	2.9565	220
$17^\circ 44'$	2.5318	2.5307	202	$23^\circ 19'$	1.9470	1.9476	411
$22^\circ 45'$	1.994	2.0000	400	$26^\circ 41'$	1.74148	1.7168	332
28°	1.6416	1.6331	332	-	-	-	-
$34^\circ 6'$	1.36921	1.3726	530	-	-	-	-
$37^\circ 32'$	1.2654	1.2661	532	-	-	-	-

В отличие от $TlGaSe_2$ по исследованию кристаллической структуры и свойств $InGaSe_2$ не имеется достаточно сведений в литературе [11,12]. В этой связи в настоящей работе излагаем технологию получения монокристаллов $InGaSe_2$. Монокристаллы $InGaSe_2$ были выращены методом Бриджмена-Стокбаргера. Двустенные кварцевые ампулы с эвакуированной внешней частью были использованы для минимизации конвекционных эффектов. Ампулы вначале очищали с использованием смеси HF и дистиллированной воды (в объеме 1:3), а затем чистым спиртом. После того как химическая очистка была выполнена, эвакуированные ампулы помещали в печь при 1000°C на 12 часов. После сушки ампулы охлаждали и заполняли смесью высокоочищенных элементов. В качестве исходных веществ использовали In -99.99%, Ga-99.996%, Se -ОСЧ 16-5.

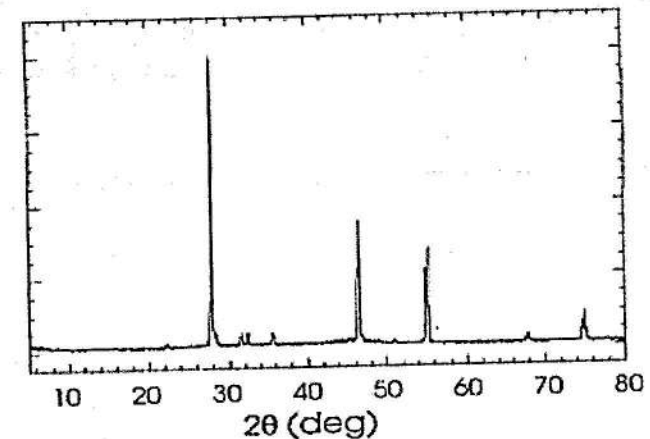


Рис.4 Рентгенограммы монокристалла $InGaSe_2$

Ампула вновь была эвакуирована до 0.0133Па и запаяна. Для уменьшения риска взрыва ампулы смесь медленно (со скоростью 0.5град/мин) нагревали от температуры 250° С. Затем для гомогенизации сплава его выдерживали при 950° С в течение 48 часов. Затем тигель медленно со скоростью 0.458 мм/час охлаждался перемещением из теплой зоны в холодную при 350° С.

После того, как кристалл был охлажден до комнатной температуры, он был идентифицирован измерениями рентгеновской дифракции (рис. 4). Рентгенофазовый анализ показал, что $InGaSe_2$ кристаллизуется в тетрагональной сингонии параметрами решетки $a=8.002$ Å и $c=6.537$ Å. Эти результаты хорошо согласуются с прежними рентгеноструктурными исследованиями $InGaSe_2$, согласно которым $a=8.051$ Å и $c=6.317$ Å. Результаты рентгенофазового анализа $InGaSe_2$ приведены в таблице 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Murnghan F.D. The compressibility of media under extreme pressures // Proceedings of the National Academy of Sciences, 1944, vol.30, pp. 244-247.
2. Müller D, Hahn H. Zur Struktur des $TlGaSe_2$ // Z.anorg allg. Chem., 1978, v.438, pp.259-271.
3. Cəfərova S.R. Особенности оптических и фотоэлектрических свойств соединения $TlGaSe_2$ // Aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi-texniki konfransı, Məruzə materialları, Bakı, Azərbaycan texniki universiteti, 2006, I hissə, s.154.
4. Orucov H.S., Qocayev E.M., Cəfərova S.R. $TlGaSe_2$ birləşməsinin zona halları sıxlığı. // Bakı Dövlət Universiteti. Fizika fakultəsi, "Fizikanın aktual problemləri". IV respublika elmi konfransının materialları. Bakı-2006, səh. 51.
5. G. Orudzhev, Y. Shim, S. Jafarova, K. Wakita, N. Mamedov, F. Hashimzade LAPW band structure calculations and dielectric function of layered $TlGaSe_2$ // The first International Conference on Material and Information Sciences in High Technologies. Misht-2007, Baku, p.23.
6. Qocayev E.M., Orucov H.S., Cəfərova S.R. Расчет зонной структуры слоистого соединения $TlGaSe_2$ // Bakı Dövlət Universiteti. Fizika Problemlər İnstitutu. Fizikanın müasir problemləri. I Respublika konfransı, Bakı, 2007, səh.206-208.
7. Cəfərova S.R. Расчет модуля всестороннего сжатия и его первой производной по давлению соединения $TlGaSe_2$. // Milli Aviasiya Akademiyası, Труды V Международной научно-технической конференции, Баку, 2008, с. 411.
8. Orudzhev G., Shim Y., Wakita K., Mamedov N., Jafarova S., Hashimzade F. Linearized Augmented Plane Wave band structure calculations and dielectric function of layered $TlGaSe_2$ // Japanese Journal of Applied Physics, 2008, v. 47, №10, pp. 1003-1009.
9. M. Mobarak, H. Berger, G. F. Lorusso, V. Capozzi, G. Perna, M. M. Ibrahim, G. Margaritondo. The growth and properties of single crystals of $GaInTe_2$, a ternary chalcogenide semiconductor // J. Phys. D: Appl. Phys., 1998, 31, p. 1433-1437.
10. X. Gonze, J.-M. Beuken, R. Caracas, F. Detraux, M. Fuchs, G.-M. Rignanese, L. Sindic, M. Verstraete, G. Zerah, F. Jollet, M. Torrent, A. Roy, M. Mikami, Ph. Ghosez, J.-Y. Raty, D.C. First-principles computation of material properties: the ABINIT software project // All. Computational Materials Science 25, 478-492 (2002).
11. Годжаев Э.М., Насибова С.А., Кафарова Д.М., Получение монокристаллов и некоторые особенности соединения $InGaSe_2$ // Metallar fizikasının müasir problemləri II Beynəlxalq Elmi Praktiki konfrans səh.46-47 Bakı, 2009.
12. Годжаев Э.М., Джахангирли З.А., Гюльмамедов К.Д., Оптические функции цепочечного соединения $InGaSe_2$ // Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Bakı Dövlət Universiteti Fizika Fakultəsi, Fizikanın aktual problemləri VI Respublika Elmi Konfransının materialları 20 noyabr 2010-cu il Səh.50.

$TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ və $InGaSe_2$ BİRLƏŞMƏLƏRİNİN STRUKTUR PARAMETRLƏRİNİN EKSPERİMENTAL TƏYİNİ VƏ NƏZƏRİ HESABLANMASI

E.M. Qocayev, Z.A. Cahangirli, S.İ. Səfərova, K.C. Gülməmmədov, P.F. Əliyeva

İşdə $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ və $InGaSe_2$ birləşmələrinin struktur parametrlərinin eksperimental təyin olunmuş və bu birləşmələrin zona quruluşlarına əsasən hesablanmış nəticələri verilmişdir.

EXPERIMENTAL DEFINITION AND THEORETICAL CALCULATION STRUCTURAL PARAMETERS OF CONNECTIONS $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ and $InGaSe_2$

E.M. Godzhaev, Z.A. Dzhangirli, S.I. Safarova, K.D. Gulmammedov, P.F. Alieva

In work results of experimental definition and calculation of structural parameters of three-fold connections $TlGaSe_2$, $InGaTe_2$ and $InGaSe_2$ on the basis of their zonal structure are stated.

Уважаемые читатели!

По вопросам подписки или приобретения отдельных номеров журнала «Elmi Məcmuələr» обращайтесь в нашу редакцию.

Наш адрес: AZ 1045 Bakı ş. 25-ci km
Milli Aviasiya Akademiyası.
Tel: 497-26-00, əlavə 21- 85.
E-mail hasanov@naa.edu.az

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНЫХ МАСС ЭЛЕКТРОНОВ И ДЫРОК В ТРОЙНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

 $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$

Э.М. Годжаев, З.А. Джахангирли, К.Д. Гюльмаммедов, Х.С. Халилова

Азербайджанский технический университет

А.М. Рамазанзаде

Национальная Академия Авиации

П.Ф. Алнева

Азербайджанский институт учителей

В работе на основе электронной структуры тройных соединений $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$ были вычислены эффективные массы электронов и дырок.

Известно, что тройные полупроводниковые соединения типа $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ обладают сильной структурной анизотропией, что проявляется в их физических свойствах. Кроме этого, интерес к этим кристаллам вышеуказанного типа возрос в связи с возможностью их практического применения. В частности, проведенные исследования показали, что эти кристаллы обладают высокими коэффициентами тензочувствительности, переключающими свойствами с памятью и являются высокочувствительными материалами в видимой и инфракрасной области спектра [1-5].

В последние годы проводятся более глубокие исследования этих фаз. В частности, в работах [6-10] рассчитаны их зонные структуры, а на основе полученных данных вычислены оптические функции, определены структурные параметры. В данной работе сообщаются результаты расчета эффективных масс электронов и дырок в тройных соединениях $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ и $InGaSe_2$.

Известно, что эффективная масса является основной характеристикой электронных свойств полупроводников. Эффективная масса используется в изучении электрических и магнитных свойств, при вычислении кинетических параметров и анализе критических точек оптических параметров.

Компоненты тензора обратной эффективной массы вычисляются по формуле [7]:

$$\left[\frac{m_0}{m^*} \right]_{ij} = \delta_{ij} + \frac{2}{m_0} \sum_{n \neq n'} \frac{\langle n, \mathbf{k}_0 | P_i | n', \mathbf{k}_0 \rangle \langle n', \mathbf{k}_0 | P_j | n, \mathbf{k}_0 \rangle}{E_n(\mathbf{k}_0) - E_{n'}(\mathbf{k}_0)}$$

m_0 - масса покоя электрона; δ_{ij} - символ Кронекера, $\langle n, \mathbf{k}_0 | P_i | n', \mathbf{k}_0 \rangle$ - матричный элемент оператора импульса, $P_i = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x_i}$ - в точке экстремума \mathbf{k}_0 , n, n' - электронные зоны, $|n, \mathbf{k}_0\rangle$ - волновая функция электрона.

$$\langle n, \mathbf{k}_0 | P_i | n', \mathbf{k}_0 \rangle = \frac{1}{V} \int_{\lambda} \varphi_{n\mathbf{k}_0}^*(r) P_i \varphi_{n'\mathbf{k}_0}(r) d^3r$$

V - объем элементарной ячейки.

Энергетический спектр $E_n(\mathbf{k}_0)$ и соответствующая волновая функция $\varphi_{n\mathbf{k}_0}(r)$ в точке экстремума \mathbf{k}_0 определяются из одноэлектронного уравнения Шредингера. В базисе плоских волн

$$\sum_{G'} \left[\frac{\hbar(k_0 + G')}{2m_e} \delta_{GG'} + V(k_0 + G_1 k_0 + G') \right] \varphi_n(k_0 + G') = E_{nk} \varphi_n(k_0 + G);$$

$V(k_0 + G_1 k_0 + G')$ - Фурье образ кристаллического псевдопотенциала.

При расчете зонной структуры $TlGaTe_2$ выявлено, что максимум валентной зоны и минимум зоны проводимости в данной фазе находится в высокосимметричной точке T , $\mathbf{k}_0 = 0.5\mathbf{b}_1 - 0.5\mathbf{b}_2 + 0.5\mathbf{b}_3$; ($\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$) - базисные трансляции обратной решетки. В наших расчетах компоненты тензора обратной эффективной массы электрона вычислены с точностью до 0.01 m_0 .

$$\left(\frac{m_0}{m_e^*} \right) = \begin{bmatrix} 2.55 & 0 & 0 \\ 0 & 2.55 & 0 \\ 0 & 0 & 3.4 \end{bmatrix}$$

Тензорные компоненты обратной эффективной массы дырок

$$\left(\frac{m_0}{m_n^*} \right) = \begin{bmatrix} 2.12 & 0 & 0 \\ 0 & 2.12 & 0 \\ 0 & 0 & 0.25 \end{bmatrix}$$

Тензоры обратной эффективной массы, как электронов, так и дырок имеют диагональный вид, и поэтому изоэнергетические поверхности являются эллипсоидами вращения. Это также следует и из симметрии кристалла $TlGaTe_2$, что изоэнергетические поверхности должны быть эллипсоиды вращения.

Расчет зонной структуры $InGaSe_2$ показывает, что максимум валентной зоны и минимум зоны проводимости находится в высокосимметричной точке T , $\mathbf{k}_0 = 0.5\mathbf{b}_1 - 0.5\mathbf{b}_2 + 0.5\mathbf{b}_3$. $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ - базисные трансляции обратной решетки [9]. В наших расчетах компоненты тензора обратной эффективной массы электрона $InGaSe_2$ вычислены с точностью до 0.01 m_0 .

$$\left(\frac{m_0}{m_e^*} \right) = \begin{bmatrix} 2.32 & 0 & 0 \\ 0 & 2.32 & 0 \\ 0 & 0 & 2.95 \end{bmatrix}$$

Тензорные компоненты обратной эффективной массы дырок

$$\left(\frac{m_0}{m_n^*} \right) = \begin{bmatrix} 2.23 & 0 & 0 \\ 0 & 2.23 & 0 \\ 0 & 0 & 0.32 \end{bmatrix}$$

Как видно, тензоры обратной эффективной массы, как электронов, так и дырок имеют диагональный вид, и поэтому изоэнергетические поверхности являются эллипсоидами вращения, что согласуется с симметрией кристалла $InGaSe_2$.

Зонная структура монокристалла $TlGaTe_2$, рассчитанная методом псевдопотенциала, позволяет рассчитать некоторые параметры, в том числе и эффективную массу электронов и дырок.

Было выявлено, что минимум в зоне проводимости расположен в точке $\mathbf{k}_0 = 0,125\mathbf{b}_1 + 0,125\mathbf{b}_2 + 0,375\mathbf{b}_3$; волновая функция состояния соответствует неприводимому

представлению D_1 . Компоненты тензора обратной эффективной массы электрона рассчитаны с точностью до $0,01m_0$.

$$\left(\frac{m_0}{m_e^*}\right) = \begin{bmatrix} 3,09 & 0 & 0 \\ 0 & 3,09 & 0 \\ 0 & 0 & 4,59 \end{bmatrix}$$

Основной максимум валентной зоны расположен в точке $k_0 = 0,5b_1 - 0,5b_2 + 0,5b_3$ (b_1, b_2, b_3) - базисные трансляции обратной решетки; волновая функция состояния соответствует неприводимому представлению T_3 .

Тензорные компоненты обратной эффективной массы дырок являются:

$$\left(\frac{m_0}{m_h^*}\right) = \begin{bmatrix} -2,31 & 0 & 0 \\ 0 & -2,31 & 0 \\ 0 & 0 & -0,11 \end{bmatrix}$$

Эффективные массы дырок обладают сильной анизотропией, т.е.

$$\left(\frac{m_{h,пар}^*}{m_{h,пер}^*}\right) = 21,$$

где $m_{h,пар}^*$ и $m_{h,пер}^*$ соответственно эффективные массы дырок в направлении параллельной и перпендикулярной тетрагональной оси c .

Как видно, тензоры обратной эффективной массы для обоих экстремумов имеют диагональный вид, т.е. вокруг экстремумов изоэнергетические поверхности являются эллипсоидами вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Г.Б., Рустамов В.Д., Исмаилов М.З., Баннаев К.М., Бидзинова С.М. Способ регулирования чувствительности тензодатчиков // А.С.539215(СССР). Опубликовано в М.И., 1976, №46.
2. Абдуллаев Г.Б., Абдуллаев А.Г., Гусейнов Г.Д., Азимов З.А. и Карнаухова А.М. Полупроводниковый переключатель // А.С. 607502(СССР), 1978.
3. Абдуллаев Г.Б., Гусейнов Г.Д., Алиева М.Х., Алексеев И.В., Керимова Э.М., Бурман В.Л. Полупроводниковый фоторезистор // А.С. 272986 (СССР), 1970.
4. Годжаев Э.М., Кафарова Д.М., Аллахаров Э.А., Назаров А.М. Особенности эффекта переключения на тонких пленках типа $TlSe$ // Сборник докладов 9-го Международного симпозиума "Высокочистые металлические и полупроводниковые материалы", Харьков 2003, с.3-7.
5. Haniyas M., Anagnostopoulos A.N. Negative -differential -resistance effects in the $TlGaTe_2$ ternary semiconductor // Phys.Rev. B, 1993, v.160, №8, pp. 4261-4266.
6. Годжаев Э.М., Оруджев Г.С., Кафарова Д.М. Зонная структура и диэлектрическая проницаемость соединения $TlGaTe_2$ // Физика твердого тела, 2004, том 46, в.5, с. 811-813.
7. Orucov H.S., Cahangirli Z.A., Cəfərova S.R. Pseudopotensialın qeyri lokallığının nəzərə alınması ilə $TlGaSe_2$ birləşməsinin zona quruluşu. // Professor- müəllim heyətinin və

aspirantların AzTU-nun 55 illiyinə həsr edilmiş elmi konfransının məruzə materialları Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti, 2005, s. 147.

8. Годжаев Э.М., Оруджев Г.С., Керимова Р.А., Аллахаров Э.А. Зонная структура и оптические свойства цепочечного соединения $TlInTe_2$ // Физика твердого тела, 2006, т.48, вып 1. с.40-43.
9. Годжаев Э.М., Джахангарли З.А., Насибова С.А. Самосогласованный расчет зонной структуры цепочечного соединения $TlGaSe_2$. Елми ясярляр-фундаментал елмляр, 2010 №2 жилд IX (34) сящ 36-39.
10. Qocayev E.M., Cahangirli Z.A., Orucov H.S., Ibrahimova A.R., Allahyarov E.A. $InGaTe_2$ kristalının hal parametrlərinin və elektron spektrinin təməl prinsiplərdən hesablanması. Труды международной конференции «Научно-технический прогресс и современная авиация», посвященной 75-летию академика А.М.Пашаева 12-14 февраля, Баку-2009, том I с.218-221.

$TlGaTe_2$, $InGaTe_2$, $InGaSe_2$ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRONLARININ VƏ DEŞİKLƏRİNİN EFFEKTİV KÜTLƏLƏRİNİN HESABLANMASI

E.M. Qocayev, Z.A. Cahangirli, A.M. Ramazanzadə, K. C. Gülməmmədov, X.S. Xəlilova
P.F. Əliyeva

İşdə $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ və $InGaSe_2$ üçqat birləşmələrinin zona quruluşlarına əsasən elektron və deşiklərin effektiv kütlələri hesablanmışdır.

CALCULATION OF EFFECTIVE WEIGHTS ELEKTRON AND HOLES IN THREEFOLD CONNECTIONS $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ and $InGaSe_2$

E.M. Godzhaev, Z.A. Dzhangirli, A.M. Ramazanzade, K.D. Gulmammedov,
Ch.S. Chalilova, P. F. Alieva

In work on the basis of electronic structure of threefold connections $TlGaTe_2$, $InGaTe_2$ and $InGaSe_2$, also effective weights elektron and holes have been calculated.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Ag_2B ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ

М.В. Джафаров

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет

Низкотемпературная моноклинная Ag_2Te , Ag_2S и ромбическая Ag_2Se α -фазы, соответственно, при 410 К, 435 К и 400 К переходят в высокотемпературную кубическую β -фазу. При этом скачкообразно изменяются электрофизические свойства кристаллов: в частности, в Ag_2Te при $\alpha \rightarrow \beta$ переходе коэффициента Холла R и термоэдс α_0 скачкообразно возрастают, а в Ag_2Se и Ag_2S скачкообразно уменьшаются.

Актуальность. Основной особенностью соединений халькогенидов серебра (Ag_2B , где $B - Te, Se, S$) является их дефектность, обусловленная отклонением от стехиометрии. Собственные дефекты оказывают существенное влияние на электрофизические свойства этих соединений. Неполное соединение тетраэдрических и октаэдрических пустот в кристаллической решетке приводит к кристаллизации соединений $Ag_{2-x}B$ в большом количестве собственных дефектов.

Наличие же вакансий в подрешетке Ag^+ влияет на механизм электротеплопереноса и на все кинетические коэффициенты. С ростом температуры увеличивается концентрация таких дефектов, и при определенной температуре происходит фазовый переход.

Электрические, термоэлектрические и термодинамические свойства Ag_2Se и Ag_2Te при фазовых переходах.

Изучение электротеплофизических свойств в Ag_2Se и Ag_2Te при фазовом переходе (ФП) посвящено ряд работ [1-8]. Подробные данные приведены в работах [2-6], в которых показано, что в Ag_2Se и Ag_2Te после основного ФП ($\alpha \rightarrow \beta$) и перед ним наблюдаются дополнительное ФП, являющиеся ФП типа смещения. Установлено, что Ag_2Se и Ag_2Te с ФП сильно размыты. Вычислены параметры ФП, определяющие область и степень размытия и т.д. Несмотря на многочисленные работы по исследованию электрофизических свойств Ag_2Se и Ag_2Te , в том числе вблизи и в области ФП, интерпретация полученных результатов ограничивалась качественными рассуждениями. С этой целью в данной работе проводился анализ полученных данных $\sigma(T)$, $R(T)$, $\alpha(T)$, $\Delta T_y(T)$ (ДТА) и $\Delta T_x(T)$ (градиенты температуры вдоль образца в $Ag_{2-x}B$, измеренных в процессе нагрева или охлаждения) (300-600К).

Распределение масс при ФП

Определяя распределение масс каждой фазы в области ФП, можно выявить закон перехода одной фазы в другую, найти скорость ФП dL/dT и изменение некоторых термодинамических параметров. В работах [9,10] показано, что для выявления более общих свойств характеристик закономерностей изменений физических свойств, происходящих в окрестности и в области ФП, необходимо исследовать и другие члены разложения функции $F(T)$, определяющие функции включения L . Различным приближениям $L_n(T)$ соответствуют различные значения $F_n(T)$:

$$L_n(T) = [1 + \exp F_n(T)]^{-1} \quad (1)$$

Ограничимся рассмотрением первого и второго приближений ($n=1,2$). В общем случае $L_1(T)$ имеет вид [9,10]:

$$L_1 = \{1 + \exp [a_0(T-T_0)^\beta + a_1(T-T_0)^{\beta+1}]\}^{-1} \quad (2)$$

Температура ФП T_0 определяется из условия $L_1(T_0)=1/2$ или $F(T)=0$, что в данном случае приводит к решению уравнения:

$$(T-T_0)^\beta [a_0 + a_1(T-T_0)] = 0 \quad (3)$$

Корни этого уравнения соответствуют

$$T_{01} = T_0, T_{02} = T_{01} - a_0/a_1 = T_0 - a_0/a_1 \quad (4)$$

Видно, что в этом случае имеются две температуры размытий ФП (РФП): одна совпадает с T_0 , вторая в зависимости от законов величин a_0 и a_1 смещается вправо и влево от T_0 . Второй корень стремится к бесконечности при $a_1 \rightarrow 0$. Разность температур между обеими точками ФП равна:

$$\Delta T_0 = T_{02} - T_{01} = -a_0/a_1$$

В случае РФП ($\beta=1$) $F_1(T)$ соответствует:

$$F_1(T) = a_0(T-T_0) + a_1(T-T_0)^2 \quad (5)$$

$$L_1(T) = \frac{1}{1 + \exp(T-T_0)[a_0 + a_1(T-T_0)]} \quad (6)$$

$$\frac{dL_1}{dT} = \frac{a_0}{2[1 + \exp F_1(T)]} \left[1 + \frac{2a_1}{a_0}(T-T_0) \right] \quad (7)$$

Во втором приближении для РФП:

$$F_2(T) = (T-T_0)[a_0 + a_1(T-T_0) + a_2(T-T_0)^2]; \quad (8)$$

$$L_2(T) = \frac{1}{1 + F_2(T)} \quad (9)$$

$$\frac{dL_2}{dT} = \frac{a_0}{2[1 + \exp F_2(T)]} \left[1 + \frac{2a_1}{a_0}(T-T_0) + \frac{3a_2}{a_0}(T-T_0)^2 \right] \quad (10)$$

Здесь температура ФП определяется так же из условия:

$$T_{02} = T_0 - \frac{a_1}{2a_2} + \sqrt{\left(\frac{a_1}{2a_2}\right)^2 - \frac{a_0}{a_2}} \quad (11)$$

$$T_{03} = T_0 - \frac{a_1}{2a_2} - \sqrt{\left(\frac{a_1}{2a_2}\right)^2 - \frac{a_0}{a_2}} \quad (12)$$

В формулах (11) и (12) представляют интерес вещественные корни, что дает ограничение на постоянных коэффициентах разложения a_0, a_1, a_2 , согласно которому должно выполняться неравенство $a_1^2 > 4a_0a_2$, имеющее место при $a_0 > 0, a_1 > 0, a_2 > 0$, откуда следует что $T_{02} > T_0 > T_{03}$. Отрицательное значение a_2 обеспечивает основное требование - асимптотическое свойство функции включения L . При $T \ll T_0$ $L_2 \rightarrow 0$ и при $T \gg T_0$ $L_2 \rightarrow 1$. Последние два корня (11) и (12) совпадают при $a_2 = \frac{a_1^2}{4a_0}$ и равны $T_{02} = T_0 - \frac{a_1}{2a_2}$

Экспериментальные результаты

В работе [5] исследована температурная зависимость $\sigma(T)$ в Ag_2Se (a) и Ag_2Te (б), с избытком Ag при нагреве и охлаждении (рис.1).

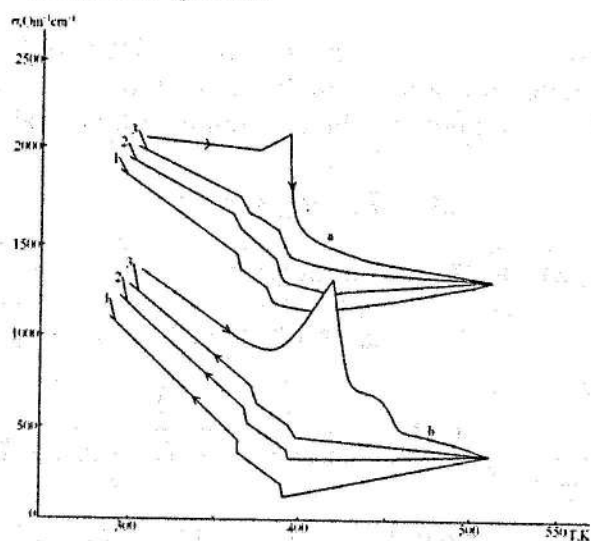


Рис.1 Температурные зависимости электропроводности $\sigma(T)$ в Ag_2Se (a) и Ag_2Te (б).
Время охлаждения, 1- $t = 3$, 2- $t = 4$, 3- $t = 6$ часов

Было установлено, что для обоих образцов при охлаждении кривые проходят ниже, чем при нагревании. С ростом времени кривые $\sigma(T)$ поднимаются вверх, при этом петля гистерезиса несколько сужается, а площадь её остается почти постоянной. В обоих образцах $\sigma(T)$ при охлаждении обнаруживается два четких скачка при ~ 380 и 350 K (Ag_2Se) и ~ 390 и 365 K (Ag_2Te), смещенных в сторону низких температур по сравнению со скачками δ при нагревании.

Для понимания данного факта можно использовать уравнения (6), (7), (9) и (10). Необходимо знать значения параметров a_0 , a_1 , a_2 , и T_0 конкретного кристалла. Для Ag_2Se и Ag_2Te a_0 и T_0 были определены в [4,5], а можно вычислить на основании представленных экспериментальных данных с использованием соотношений (4), a_2 оценивается из условий ограничения вещественности корней.

На рис.2 для обоих образцов представлены кривые температурной зависимости $\Delta T_y(T)$ [5].

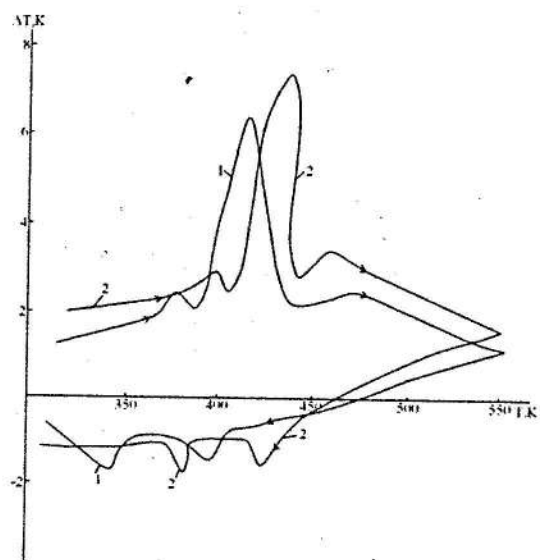


Рис.2. Температурные зависимости $\Delta T_y(T)$ в Ag_2Se (1) и Ag_2Te (2)

Из рисунка видно, что на кривых $\Delta T_y(T)$ также наблюдается два ФП с поглощением тепла. Температура ФП $\Delta T_y(T)$ при охлаждении совпадает с температурой ФП, наблюдаемая на $\sigma(T)$. В обеих зависимостях площадь верхнего пика меньше площади второго. Высота пика ФП в обоих соединениях при нагревании в несколько раз больше, чем при охлаждении.

Подобные явления наблюдаются и на температурных зависимостях $R(T)$ и $\alpha_0(T)$ (рис.3) [5].

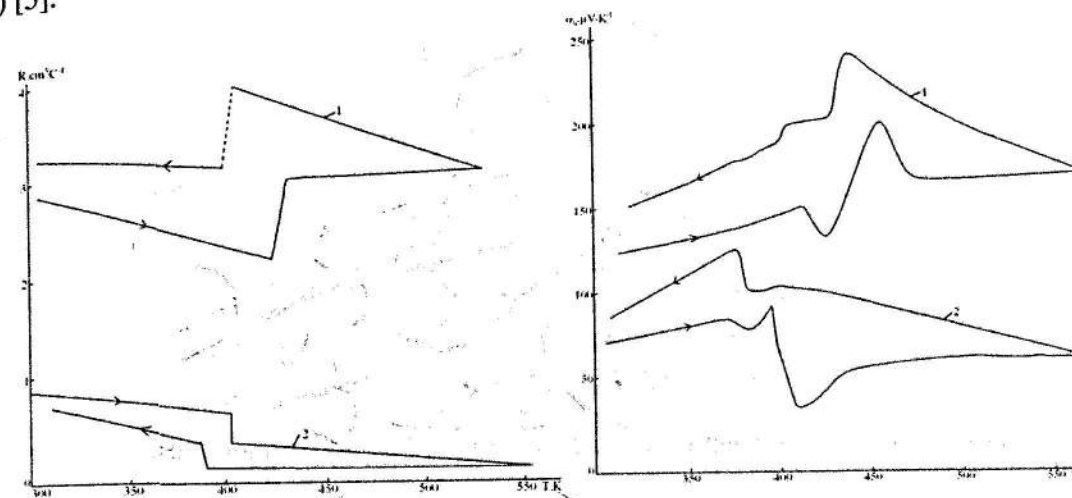


Рис.3. Температурные зависимости коэффициента Холла $R(T)$, термоэдс $\alpha_0(T)$ в Ag_2Te (1) и Ag_2Se (2)

Установлено, что температуры ФП при охлаждении совпадают с данными $\sigma(T)$ и $R(T)$, а площадь гистерезиса $\alpha_0(T)$ в Ag_2Se больше, чем $\sigma(T)$ и $R(T)$. Аналогичные результаты были получены для образцов стехиометрическим составом и с избытком Se (в Ag_2Se) и Te (в Ag_2Te).

Из рис.2 видно, что тепло в обоих образцах, поглощаемое при основном структурном ФП ($\alpha' \rightarrow \beta'$) [3-7], в 6-8 раз больше, чем теплота, выделяемая при сопутствующих $\alpha \rightarrow \alpha'$ и $\beta' \rightarrow \beta$ ФП [5]. Следует обратить внимание на то, что сумма изменяющейся части внутренней энергии кристалла в направлении охлаждения. Эти особенности можно объяснить так: при медленном прохождении области с ФП значительно уменьшается площадь гистерезиса (рис.1-3). Наблюдается большая площадь на кривых $\Delta T_y(T)$. Это подтверждает то, что переход $\alpha \rightarrow \beta$ происходит через промежуточную фазу, и она является как бы мостом для перестройки решетки $\alpha \rightarrow \beta$. Обычно гистерезис термограммы или кривых температурной зависимости свойств материала обусловлен несоизмерной фазой [11]. Особенностью несоизмерной фазы является температурный гистерезис физических характеристик при циклическом изменении температуры.

Природа гистерезиса, по-видимому, связана с возможностью закрепления зоны пространственной модуляции несоизмерной фазы на неоднородностях кристалла, хотя определенный вклад в закрепление вносит и дискретность решетки [12]. Это приводит к запаздыванию изменения структуры и свойств несоизмерной фазы при изменении температуры.

Учитывая силу [11-12] и весь комплекс экспериментальных исследований Ag_2Se и Ag_2Te позволяет сделать вывод о том, что в них $\alpha \rightarrow \beta$ переход сопровождается последовательной сменой структур, проходящих через несоизмерное состояние.

Изменения градиента температуры вдоль образца в Ag_2Se при ФП

На рис. 4 представлены температурные зависимости $\Delta T_x(T)$. Как видно, $\Delta T_x(T)$ при $T \sim 400$ K проходит через глубокий минимум, а до и после точки основного ФП (~ 400 K) наблюдаются небольшие пики.

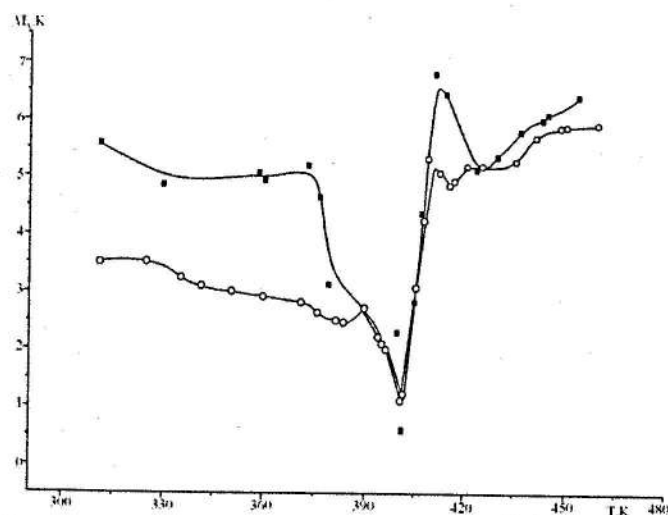


Рис.4. Температурные зависимости $\Delta T_x(T)$ в Ag_2Se :
■-стехиометрический состав, ○-с добавкой Ag

Этот факт также наблюдался при исследовании теплопроводности методом светового импульса [13].

При постоянной мощности $\Delta T_x(T)$ отражает ход обратной температурной зависимости коэффициента теплопроводности $\alpha(T)$ и теплоемкости $C_p(T)$. Поэтому минимум $\Delta T_x(T)$ может быть обусловлен либо возрастанием $\alpha(T)$, либо увеличением $C_p(T)$.

Как отмечалось в [2], в переходе $\alpha \rightarrow \beta$ при температуре T_0 химические связи разрываются [14]. В этом случае кристалл ведет себя как плотный газ [15]. В этой модели (модель плотных газов и жидкостей) рассматривается плотный газ или жидкость, состоящие из \bar{N} твердых непроницаемых сфер – молекул диаметром d , помещенных в объем \bar{V} . Эти молекулы (или атомы) расположены так, что образуют кубическую решетку, причем расстояние между их центрами равно $(\bar{V}/\bar{N})^{1/3}$. Уравнение состояния плотного газа имеет следующий вид:

$$p[\bar{V} - 0,7816 \bar{V}^{1/3} \bar{V}^{2/3}] = RT \quad (13)$$

Это является приближенным уравнением состояния для газа из твердых сферических молекул (атомов) при больших плотностях. Значение численной постоянной в (13) зависит от избранного типа упаковки кристалла. Например, для ГЦК – решетки эта постоянная a равна 0,6962, а для ОЦК – решетки 0,7163 НМ. Другая постоянная b равна $2/3\bar{N}d^3$. Сравнение параметров a и b (13) со значениями a_0 и b_0 в βAg_2Se (для ОЦК-решетки βAg_2Se $a_0 = 0,498$ НМ) при переходе $\alpha \rightarrow \beta$ показывает небольшую разницу. Поэтому, не учитывая малое отклонение между a и b в (13) и a_0 b_0 в βAg_2Se в точке T_0 можно рассчитывать α используя модели плотных газов и жидкостей [15],

$$\alpha = 2,8K_0V_0^{-2/3} U_s \quad (14)$$

где K_0 – постоянная Больцмана, $V_0^{1/3} = (V/\bar{N})^{1/3}$, \bar{N} – число атомов, \bar{V} – объем элементарной ячейки, $\varphi = C_p/C_v = 1,15$ – отношение теплоемкости при постоянном давлении K теплоемкости при постоянном объеме, U_s – скорость распространения звука в плотных газах ($U_s = 3,5 \cdot 10^5$ см/с). Расчет дает $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-4}$ Вт/см·К. Как видно, в точке T_0 α не увеличивается, а наоборот, уменьшается.

Известно, что при ФП удельная теплоемкость определяется следующим образом [4];

$$C_p = C_{p0} + \Delta C_p L + T \Delta S dLdT \quad (15)$$

где $C_{p0} = 19,6$ cal/mal. K – удельная теплоемкость до ФП,

$$\Delta C_p = \frac{Q}{m\Delta T}, L(T) = \{1 + \exp[-a'(T - T_0)]\}^{-1} \frac{dL}{dT} = a'2 \{1 + \exp[-a'(T - T_0)]\}^{-2}$$

скорость ФП, m – масса кристалла, a' – постоянная, характеризующая степень размытого ФП, зависящая от объема возможных фазовых флуктуаций, энергии и температуры ФП. Используя значения Q , a' и T_0 из таблицы [2], мы определили значение C_p для каждого ФП при температуре T_0 . Получено, что при переходе $\alpha \rightarrow \beta$ C_p значительно возрастает, что приводит к сильному уменьшению ΔT_x .

Таким образом, можно сделать вывод, что уменьшение ΔT_x при переходе $\alpha \rightarrow \beta$ в Ag_2Se связано с возрастанием удельной теплоемкости кристалла в этом переходе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Ф.Ф., Джафаров М.Б. Энергетический спектр носителей заряда в Ag_2Te . // ФТП, 2008, т.42, в.11, с. 1297-1300.
2. Алиев Ф.Ф., Джафаров М.И., Саддинова А.А. // ФТТ (2010), 52, 10, 2019.
3. Алиев С.А., Алиев Ф.Ф., Пашаев Г.П. О полиморфизме теллурида серебра // Изв. РАН сер. Неорг. матер. 1993, т.39, №8, с.1073-1077.
4. Алиев С.А., Алиев Ф.Ф., Гасанов З.С. Определение термодинамических параметров размытых фазовых переходов в Ag_2Te // ФТТ, 1998, т.40, №49, с.1693-1697.
5. Алиев Ф.Ф., Джафаров М.Б., Саддинова А.А. // «Альтернативная энергетика и экология» (2010) 87,7,49.
6. Джафаров М.Б., Юсифов Т.Ф., Аскеров Д.Д. // АМЕА-нин хәбәрләри, fiz-riz. və tex. Elmləri seriyası, Fizika və astronomiya (2009), 5,141.
7. Алиев Ф.Ф., Джафаров М.Б., Саддинова А.А., Вердиева Н.А. Явления гистерезиса в Ag_2Se и Ag_2Te при $\alpha \leftrightarrow \beta$ переходе // АМЕА-нин хәбәрләри, fiz-riy. və tex. elmləri seriyası, Fizika və Astronomiya. 2010, XXX, №3, s.32-38.
8. Алиев С.А., Агаев З.Ф., Зулфигаров Э.И. // ФТП, (2007), 41, 9, 1048.
9. Джафаров М.Б. Определение температурной зависимости удельной теплоемкости Ag_2Se в области фазового превращения. // Azərbaycan Texniki Universitet, Elmi əsərlər, fundamental elmlər, Bakı-2009, с. VII (30) №2, s.52-55.
10. Ролов Б.Н., Юркович В.Э. Физика размытых переходов // Изд. Ростов. Университета, 1983, с.319. Сб. Минералы Т. I. Изд. АН СССР, 1960, с.533.
11. Гриднев С.А. Сегнетоэлектрические кристаллы с несоизмерными фазами. Современное естествознание. М. 2000., 381 с.
12. Hamano K., Ikada Y., Fujimoto T., Ema K. and Hirotsu Sh. // J. Phs. Soc. Jpn. 1980, 2278.
13. Алиев М.И., Гусейнов Р.Э., Араслы Д.Г. // Инж- физ. журнал (1972), 22,6,1055.
14. Бергер М.Дж. // Кристалл (1971), 16,3,1084.
15. Гиршфельдер Д.Ж., Кертис Ч., Берд Р., В кн. Молекулярная теория газов и жидкостей ИЛ, М. (1961), 929с

ELECTRO-PHYSICAL PROPERTIES OF Ag_2B AT PHASE TRANSITION

M.B. Jafarov

The low temperature monocline Ag_2Te , Ag_2S and rhombic Ag_2Se of α -phase, accordingly, at temperatures of 410, 435 and 400 K transits to cubical β -phase. At this changes the electro-physical properties of crystals. The Hall coefficient R and thermo-e.m.f. α_0 increases in Ag_2Te , and this parameters decreases in Ag_2Se and Ag_2S .

**FAZA KEÇİDLƏRİNDƏ Ag_2B KRİSTALLARININ ELEKTROFİZİKİ XASSƏ-
LƏRİ**
M.B. Cəfərov

Aşağı temperaturlu monokilin Ag_2Te , Ag_2S və rombik Ag_2Se α fazalı kristallar, uyğun olaraq 410, 435 və 400 K temperaturlarda yüksək temperaturlu kubik β fazaya keçir. Bu zaman kristalların elektrofiziki xassələri sıçrayışla dəyişir. Belə ki, $\alpha \rightarrow \beta$ keçidində Holl sabiti R və istilik e.h.q. α sıçrayışla artır, Ag_2Se və Ag_2S kristallarında isə sıçrayışla azalır.

Hörmətli oxucular!

«Elmi Məcmuələr» jurnalına abunə yazılmaq və ya ayrı-ayrı nömrələrini almaq istəyirsinizsə redaksiyamıza müraciət edin.

Ünvanımız: AZ 1045 Bakı ş. 25-ci km
Milli Aviasiya Akademiyası.
Tel: 497-26-00, əlavə 21- 85.
E-mail hasanov@naa.edu.az

AVIASIYA ELEKTRONİKASI

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ В СИСТЕМЕ
ПЕРЕДАЧИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЯ
ДИСПЕРСИЕЙ**

Б.Г. Ибрагимов, И.М. Мамедов
Азербайджанский Технический Университет

Исследовано влияние нелинейных эффектов в волоконно-оптических линиях передачи в режиме управления дисперсией, на основе которого предложены методы расчета показателей эффективности систем передачи оптической информации и алгоритмы определения параметров одномодовых оптических волокон. Получены аналитические выражения, позволяющие оценить эффективности функционирования систем передачи оптических сигналов на базе технологий спектрального и плотного спектрального уплотнения каналов по длине волны.

Ключевые слова: фазовый-кросс коммутации, хроматическая дисперсия, волоконно-оптическая линия связи, нелинейный эффект, длина волны, затухания.

Введение. Проведенные исследования и анализы показали [1-3], что среди существующих методов передачи оптических сигналов неоднородного трафика, особое место занимают одномодовые способы передачи оптических сигналов с минимальными затуханиями $\beta \leq 0,22$ dB/км. Это обусловлено тем, что модулированные оптические несущие с длиной волны $\lambda_c = (1,31, \dots, 1,55)$ мкм мультиплексируются с помощью оптических терминальных мультиплексоров на базе технологий спектрального и плотного спектрального уплотнения каналов, которые после усиления оптическим усилителем, подаются в волоконно-оптические кабели с одномодовыми волокнами, со смешенной ненулевой дисперсией по рекомендации ITU-T G.655 [2].

На основе исследования [3,4] установлено, что одним из развивающихся направлений в области оптических сетей связи является исследование режимов управления дисперсией в волоконно-оптических линиях передачи (ВОЛП) при использовании WDM/DWDM-технологии (Wavelength/Dense Wavelength Division Multiplexing). Известны некоторые коммерческие и опытные телекоммуникационные системы связи, работающие в квазисолитонном режиме с управлением дисперсией и использующие технологию спектрального и плотного разделения каналов [5]. При распространении по оптическому волокну нескольких оптических несущих необходимо учитывать ряд нелинейных эффектов, возникающих при распространении ультракоротких оптических импульсов [1,3].

Особую роль играют нелинейные эффекты в ВОЛП [1]. С одной стороны, нелинейные эффекты в световодах ограничивают возможную скорость V_k и дальность передачи информации $L_{волс}$ по линии связи и их необходимо учитывать при создании волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). С другой стороны, при определенных условиях нелинейные эффекты могут быть использованы для увеличения скорости и дальности передачи информации. Особо здесь следует упомянуть передачу информации оптическими солитонами – лазерными импульсами, которые за счет совместного действия нелинейных и дисперсионных эффектов распространяются по ВОЛС без дисперсионного уширения.

В данной работе рассматриваются вопросы исследования методов расчета показателей эффективности систем передачи оптической информации на базе WDM/DWDM-технологии с учетом влияния нелинейных эффектов в ВОЛП в режиме управления дисперсией.

Постановка задачи и подход к созданию методов расчета эффективности ВОЛП. В настоящее время существует потребность в разработке новых математических методов, которые бы учитывали специфику оптических сетей связи. Ключевой технологией, обеспечивающей большую пропускную способность оптических сетей, является технология

WDM/DWDM, при использовании которой каждое оптическое волокно-звено способно нести несколько световых каналов. Передача неоднородного трафика осуществляется по ВОЛП, состоящему из одного или более звеньев. При отсутствии в узлах сети специальных терминалов – световых конверторов длин волн, способных преобразовывать сигнал с одной длины волны на другую, для установления соединения на световом пути необходимо выбрать такую длину волны, которая была бы свободна на всех его звеньях (wavelength-continuity constraint).

На основе исследования установлено, что при использовании WDM/DWDM-технологии в мультисервисных высокоскоростных локальных и транспортных сетях SDH и ATM/IP-телефонии (Synchronous Digital Hierarchies /Asynchronous Transfer Mode/Internet Protocol), показатели эффективности их функционирования меняются в следующих интервалах: частотный интервал $\Delta F=(50, \dots, 200)$ ГГц, число мультиплексируемых каналов $N_k=(16, \dots, 64)$ и битовая скорость передачи оптических абонентских терминалов оптоэлектронного канала связи $V_b=(2,5, \dots, 40)$ Гбит/с.

Проведенные исследования ВОЛП [1,2] показали, что одним из эффектов, оказывающих значительное влияние, является фазовая кросс-модуляция (ФКМ) и процесс распространения группового сигнала системы спектрального уплотнения на ВОЛП будет описываться системой связанных нелинейных уравнений Шредингера [1,5].

Предполагая идеальную компенсацию потерь в оптическом волокне при передаче оптических сигналов, для двухканальной системы с учетом ФКМ можем записать [1]:

$$\begin{cases} i \frac{\partial A_1}{\partial z} - \frac{1}{2} \beta_{21}(z) \frac{\partial^2 A_1}{\partial \tau^2} + \gamma (|A_1|^2 + 2|A_2|^2) A_1 = 0 \\ i \frac{\partial A_2}{\partial z} + i \Delta \beta(z) \frac{\partial A_2}{\partial \tau} - \frac{1}{2} \beta_{22}(z) \frac{\partial^2 A_2}{\partial \tau^2} + \gamma (|A_2|^2 + 2|A_1|^2) A_2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где A_i - огибающая импульса в i -ом канале; $\tau = t - \frac{z}{v_{g1}}$ - приведенная временная координата

относительно групповой скорости; $\beta_{2i}(z)$ - дисперсия групповых скоростей i -го канала; γ - коэффициент нелинейности; $\Delta \beta(z)$ - относительный разбег между импульсами в соседних каналах, определяемый выражением:

$$\Delta \beta(z) = \beta_{12}(z) - \beta_{11}(z) = \frac{1}{v_{g2}} - \frac{1}{v_{g1}} \quad (2)$$

При использовании системы управлений (2.30) считается, что мы рассматриваем квазипериодические волны, параметры которых являются медленно изменяющимися функциями времени и пространства, отклик среды носит локальный характер и в линии действует слабая нелинейность.

Известно, что огибающая импульса в квазисолитонном режиме с управлением дисперсией может быть описана гауссовой функцией [1], следовательно, можем записать:

$$A(z, \tau) = a \exp \left(- (1 + iC(z)) \frac{\tau^2}{2T^2(z)} + i\varphi(z) \right) \quad (3)$$

где $T(z), C(z), \varphi(z)$ - функции координаты, описывающие длительность, чирп и фазу импульса; a - нормированная амплитуда.

Система уравнений (1) может быть решена численно, например, с использованием метода Фурье с расщеплением по физическим параметрам (SSFM) [2,3]. Однако по мере увеличения числа оптических каналов резко увеличиваются временные затраты, что ограничивает применение подобных методов на этапе проектирования и подбора дисперсионных карт.

Известен вариационный подход, который позволяет получать по известному Лагранжиану систему уравнения для медленно изменяющихся во времени и пространстве параметров квазипериодических волн [3,5,6]. Данный приближенный метод расчета позволяет снизить требования к вычислительным ресурсам.

Используя усредненный вариационный принцип и уравнения Эйлера-Лагранжа [1,3], и учитывая выражение (3), можно перейти от непосредственного решения (3) к системе дифференциальных уравнений для длительности и чирпа импульса:

$$\begin{cases} \frac{dT_1}{dZ} = \beta_{21} \cdot \frac{C_1}{T_1} \\ \frac{dC_1}{dZ} = \beta_{21} \cdot \frac{(C_1^2 + 1)}{T_1^2} + \gamma \cdot \frac{E_{01}}{\sqrt{2\pi T_1}} - \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \gamma \cdot \frac{T_1 \cdot E_{02}}{T_2} \cdot Q \\ \frac{dT_2}{dZ} = \beta_{22} \cdot \frac{C_2}{T_2} \\ \frac{dC_2}{dZ} = \beta_{22} \cdot \frac{(C_2^2 + 1)}{T_2^2} + \gamma \cdot \frac{E_{02}}{\sqrt{2\pi T_2}} - \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \gamma \cdot \frac{T_2 \cdot E_{01}}{T_1} \cdot Q \end{cases} \quad (4)$$

где E_{0i} - энергия импульса в i -ом канале; Q_{kb} - коэффициент взаимодействия и с учетом временные характеристики ВОЛС определяется выражением:

$$Q_{kb} = \frac{T_1 \cdot T_2}{(T_1^2 + T_2^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

Следует отметить, что система (4) соответствует случаю, когда оптические импульсы взаимодействуют на протяжении всего периода дисперсионной карты. Решение полученной системы дифференциальных уравнений может быть найдено стандартными численными методами, например, Рунге-Кутта.

В работе рассмотрены две плотные дисперсионные карты (ДК), состоящие из двух сегментов, параметры которых приведены в таблице 1.

Параметры ДК Таблица 1.

Параметры	l_a , км	β_{2a} , $c^2/км$	β_{2n} , $пс^2/км$	$\langle \beta_2 \rangle$, $пс^2/км$	$\Delta \lambda$, нм
ДК № 1: SMF+DCF	<100	-21,40	125,80	-0,50	0,40
ДК № 2: NZDSF(+)+NZDSF(-)	<50	-4,0	4,0	-0,01	0,40

Здесь l_a - длина сегмента ДК а аномальным значением дисперсии β_{2a} , а длина l_n подбирается из условия среднего значения дисперсии $\langle \beta_2 \rangle$ при заданном β_{2n} .

Алгоритм расчета показателей системы передачи оптической информации на базе WDM/DWDM-технологий. Проведенный анализ показал [3], что суть рассматриваемой технологии состоит в том, что каждый цифровой оптический поток (STM-п, $n = 1, 4, 16, 64, 256$), количество которых может быть равно m , передается по соответствующей оптической несущей с длиной волны $\lambda_1, \dots, \lambda_m$. С внедрением WDM/DWDM-технологий в системе связи практически увеличивается пропускная способность ВОЛП в сотни раз, т.е. $C_{\max} = 2,5, \dots, 40$ Гбит/с. При скоростях передачи $C_{\max} = 2,5, \dots, 40$ Гбит/с определяющим фактором при выборе длины участка регенерации является хроматическая дисперсия в одномодовых оптических волокнах, где $\lambda_i = (1,31, \dots, 1,55) \text{ мкм}$.

На основе исследования пропускной способности ВОЛП, определен алгоритм расчета показателей системы передачи оптической информации с учетом приведенных формул (1), ..., (5) имеет вид:

Шаг 1. Исходными данными при расчете являются данные по допустимому уширению гауссовского импульса для рассматриваемой скорости передачи [1], одномодового оптического волокна и формата модуляции. Эта форма имеет вид:

$$T_0 \cdot d_M = 4\sigma, \quad T_0 = B^{-1} \quad (6)$$

где T_0 - битовый период, пс, B - скорость передачи оптических информационных, Гбит/с, d_M - формат модуляции, σ - допустимая норма по уширению гауссовского импульса, пс. При этом определяем дисперсионную длину для данной системы передачи и применяемого формата модуляции:

$$L_D = \beta_2 \cdot (T_0 \cdot d_M)^2, \text{ км} \quad (7)$$

где β_2 - дисперсия групповых скоростей, $\text{пс}^2/\text{км}$.

Шаг 2. Определяем допустимую норму для приемника оптического сигнала в электрическом канале, исходя из отношения сигнал/шум и вероятности ошибки.

Согласно материалам МСЭ-Т, G.826 [6], допустимая норма по вероятности ошибки в системе из конца в конец (в электрическом канале) должна быть равна не больше 10^{-10} , что соответствует параметру Q_3 - фактору в электрическом канале, равному 6,4 дБ. Учитывая то, что мощность в электрическом канале $P_{эл}$ равна:

$$P_{эл} = P_{оп}^2, \quad Q_0 = \sqrt[3]{Q_3} \text{ при } Q_3 \geq 6 \text{ дБ} \quad (8)$$

где $P_{оп}$ - мощность в оптическом канале, т.е. Q_0 - фактор в оптическом канале.

Согласно [1,3] отношение сигнал/шум в оптическом или электрическом канале равно:

$$ОСШ_о = Q_0^2; \text{ ОСШ}_3 = Q_3^2; \text{ или } ОСШ_о = 20 \lg Q_0, \text{ дБ}; \text{ ОСШ}_3 = 20 \lg Q_3, \text{ дБ}.$$

Шаг 3. Исходя из нормы на значение Q_3 - фактора в электрическом канале, найдем допустимое значение в оптическом канале Q_0 . Вместе с тем, можем принять, что в оптическом канале:

$$Q_0 = \frac{T_0}{2\sqrt{\beta_2 l}}, \quad (9)$$

где l - длина оптического волокна, км; β_2 - дисперсия групповых скоростей, $\text{пс}^2/\text{км}$ и равно

$$\beta_2 = D \cdot \lambda^2 \cdot (2\pi C_c)^{-1}, \quad (10)$$

где D - дисперсионный параметр, $\frac{\text{пс}}{\text{пм} \cdot \text{км}}$, λ - длина волны, мкм, C_c - скорость света, км/с

Шаг 4. Согласно [1], при распространении гауссовского импульса, он уширяется и сохраняет свою форму:

$$T_1 = T_0 \sqrt{1 + \left(\frac{l}{l_0 d_M^2} \right)^2}, \quad (11)$$

где T_1 - полуширина гауссовского импульса на уровне $1/e$ на длине l , пс, $T_0 d_M$ - полуширина гауссовского импульса на уровне $1/e$ при $l = 0$ для рассматриваемой скорости передачи и применяемого формата модуляции;

Для формата модуляции NRZ (Non Return to Zero) и скорости передачи 10 Гбит/с; $T_0 = 35,36$ пс. Вместе с тем:

$$T_0 = \frac{T_0 \cdot d_M}{2\sqrt{2}} = \frac{T_{1/2} \cdot d_M}{1,665}, \quad (12)$$

где $T_{1/2}$ - полуширина гауссовского импульса на уровне 0,5 его амплитуды, пс,

$$\sigma = \frac{T_0 \cdot d_M}{4} = \frac{2,83 T_{1/2} \cdot d_M}{4} = \frac{1,7 T_{1/2} \cdot d_M}{4} \quad (13)$$

Шаг 5. Определяем допустимую длину, при которой потеря мощности при уширении не будет превышать 1 дБ

$$\frac{T_1}{T_0} = \sqrt{1 + \left(\frac{l}{l_0 d_M^2} \right)^2} = 1,118$$

Потери по мощности будут равны $10 \lg \frac{T_1}{T_0} = 0,485$ дБ. При этих условиях

$$Q_0 = 1,680 \text{ и } ОСШ_о = 20 \lg Q_0 = 4,50 \text{ дБ}.$$

При этом длина $l = \frac{1}{2} l_0 = 28,8$. А при $l = l_0 = 57,6$ км.

$$Q_0 = ОСШ = 1,43 \text{ или } 20 \lg Q_0 = 3,10 \text{ дБ}.$$

При этом потеря мощности на дисперсию будет составлять 3 дБ. Максимально возможно допустимое значение потерь по мощности от дисперсии принято МСЭТ-Т 2 дБ в этом случае:

$$\frac{T_1}{T_0} = 1,26$$

При этом $\frac{l}{l_0} = 0,7666$, а при скорости 10 Гбит/с и $\beta_2 = 21,7 \frac{nc^2}{км}$, $l = 44$ км

Примем $l = 40$ км. В этом случае потеря мощности сигнала от дисперсии будет составлять ≤ 2 дБ, а

$$Q_0 = \frac{T_0}{2\sqrt{\beta_2 \cdot l}} = 1,697, \quad ОСШ_0 = 4,6 \text{ дБ}$$

Шаг 6. Определяем на этой длине ОВ затухание сигнала. Согласно МСЭТ-Т [2], можно принять на длине 40 км и при коэффициенте затухания с учетом разъемных соединений равным:

$$0,275 \text{ дБ/км}, \quad \alpha l = 11 \text{ дБ}$$

Шаг 7. Определяем при расчете на одном оптическом канале и одном регенерационном участке без промежуточных усилителей:

$$ОСШ_0 = \alpha l + ОСШ_0 + a_d = 17,6 \text{ дБ} \quad (14)$$

Это значение определяет приемник на уровне вероятности ошибки $P_{\text{ош}} = 10^{-10}$ и уровень сигнала передатчика, который должен обеспечить 17,6 дБ затухания в оптическом канале.

Приведенный алгоритм позволяет достаточно четко разобраться с решением влияния хроматической дисперсии и определить требуемую характеристику вероятности ошибки для выбранной системы передачи на конкретном одномодовом оптическом волокне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования влияния нелинейных эффектов в ВОЛП в режиме управления дисперсией при описании параметров оптического сигнала двухканальной квазисолитонной системы, с учетом фазовой кросс-модуляции, получены аналитические выражения, позволяющие оценить эффективность функционирования систем передачи оптических сигналов на базе технологий спектрального и плотного спектрального уплотнения каналов по длине волны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ.-М.:Мир,1996. – 323 с.
2. Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., Моченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком. 2008. – 424с.
3. Ибрагимов Б.Г., Мамедов И.М. Об одном методе повышения эффективности функционирования систем передачи оптических сигналов // Телекоммуникации. №10, Москва, 2010. – с.41- 45.
4. Гитин В.Я., Кочановский Л.Н. Волоконно-оптические системы передачи. Москва: Радио и связь. 2003. – 128с.
5. Turitsyn S.K., Gabitov I, Laedke E.W., Mezentsev V.K., Musher S.L., Shaprio E.G., Schafer T., and Spatchek K. Variation approach to optical pulse propagation in dispersion compensated transmission systems. Optics Communications. Vol.15 no.1-3.1998.– pp.117-135.
6. Suzuki M., Edawaga N. Dispersion-Managed High-Capacity Ultra-Long-Haul Transmission. Journal of Lightwave Technology. Vol. 21, no. 4. 2003. – pp.916-929.

OPTİK INFORMASIYA VERİLİŞ SİSTEMLƏRİNDƏ DISPERSİYANIN İDARƏOLUNMASI REJİMİNDƏ QEYRİ-XƏTTİ EFFEKT LƏRİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI

B.Q. İbrahimov, İ.M. Məmmədov

Optik informasiya veriliş sistemlərində dispersiyanın idarə olunması rejimində qeyri-xətti effektlərin təsirini tədqiq edilərək, onların bazasında optik informasiya veriliş sistemlərinin səmərəlilik göstəricilərinin hesablama üsulu və bir modlu optik-lifli veriliş üsulunun işləmə alqoritmi təklif olunmuşdur. Dalğa uzunluqları üzrə spektral və spektral sıxlığına əsaslanan texnologiyaya görə kanalların təşkili üzrə optik siqnalların veriliş sistemlərinin işləmə effektivliyini qiymətləndirməyə imkan verən analitik ifadələr alınmışdır.

RESEARCH INFLUENCE NONLINEAR EFFECTS IN SYSTEM OF TRANSFER OF THE OPTICAL INFORMATION IN CONTROL MODE BY THE DISPERSION

B.G. Ibrahimov, I.M. Mammadov

Nonlinear effects in fiber-optical lines of transfer in control mode by a dispersion on the basis of which parameters of efficiency systems of transfer of the optical information and algorithms of definition parameters one mode optical fibers in control mode by a dispersion influence are offered methods of calculation are investigated. The analytical expressions are received, allowing estimating efficiency of functioning of systems of transfer of optical signals on the basis of technologies of spectral and dense spectral condensation of channels on length of a wave.

РАСЧЕТ ПЕРЕНОСА ВЛАГИ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.
II. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Ш.А. Ахмедов, Н.Б. Халыгов

Национальная Академия Авиации

В статье рассматривается горизонтальный перенос влаги над поверхностью Каспийского моря. Найдено, что зимой перенос водяного пара равен практически нулю на высоте 6-7 км, а летом 7-9 км.

Для определения степени расхождения величин переноса влаги, вычисленных по ранее существующим и предлагаемым методикам [1], были рассчитаны зональные и меридиональные потоки влаги за январь и июль 2002 г. для 4 аэрологических станций побережья Каспийского моря: Баку, Ленкорань, Туркменбашы, Актау на уровнях: поверхность земли, 1000, 900, 850, 800, 700, 600, 400 и 300 мб. Данные по влажности, скорости и направлению ветра получены из таблиц по зондированию атмосферы. При расчете использовались 3-х срочные наблюдения, которые на всех станциях были регулярными.

Для расчета удельной влажности по относительной влажности и температуре воздуха сначала находим точку росы, используя формулу Магнуса [2]:

$$r = \frac{10}{e} \cdot 1000\% = \frac{e_0 \cdot 13 \cdot \tau}{e_0 \cdot 13 \cdot \tau + e} \quad (1)$$

где e – упругость водяного пара в мб при данной температуре, E – упругость насыщенного водяного пара при той же температуре, e_0 – упругость насыщения водяного пара при 0°C. a и b – постоянные величины, соответственно равные 7,5 и 237,3, τ – точка росы, t – температура воздуха.

Из соотношения (1) получаем:

$$\tau = \frac{b(b+\tau) \lg r + a b t}{[a b - \lg r (b+\tau)]} \quad (2)$$

Далее по точке росы из соотношения:

$$q = \frac{622 e_0 \cdot 10^{\frac{a \tau}{b+\tau}}}{p} \quad (3)$$

получаем величину удельной влажности на любой изобарической поверхности.

Потоки влаги в столбе находились способом трапеций по соотношению (6) из [1] от поверхности земли до высоты 300 мб, выше этого уровня переносятся незначительные количества влаги и они находились линейной экстраполяцией до нуля. Найдено, что зимой перенос водяного пара равен практически нулю на высоте 6-7 км, а летом 7-9 км.

На рис.1 изображены зональные и меридиональные потоки влаги для четырех станций побережья Каспийского моря за январь 2002 г.

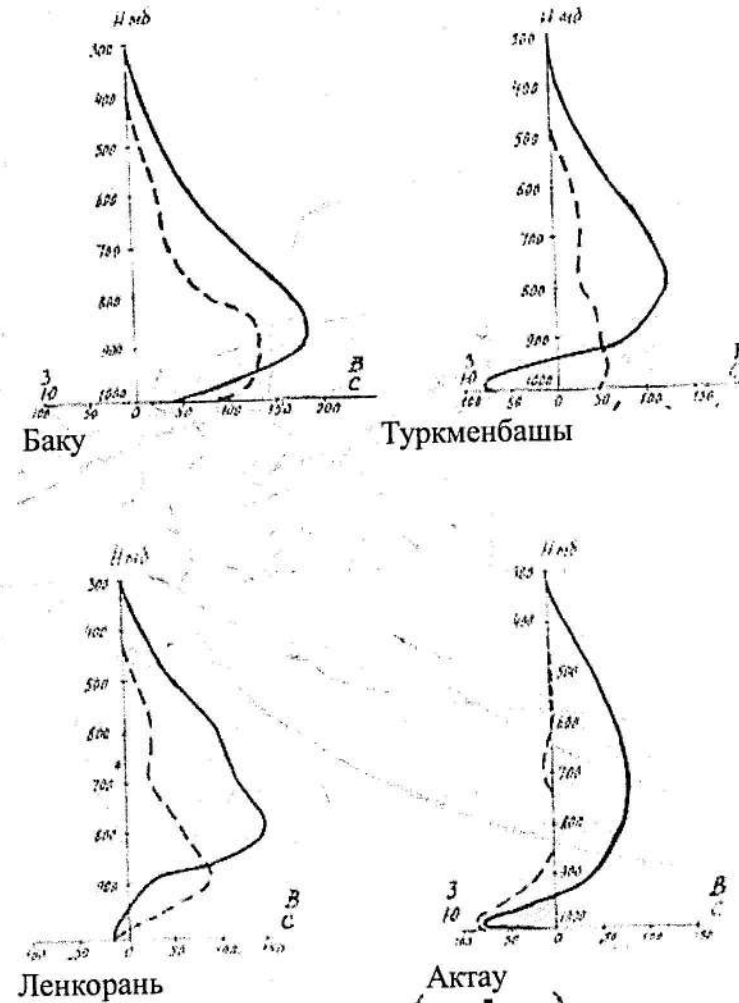


Рис.1. Общие потоки водяного пара ($\frac{q}{\sigma \cdot \text{сек} \cdot 100 \cdot \text{мб}}$) на береговых станциях Каспийского моря (Январь 2002 г)
— зональные потоки, - - - меридиональные потоки

Кривые зональных потоков влаги показывают, что в приземном слое потоки влаги направлены с востока на запад (кроме Баку), а выше 3-х км с запада на восток, на южных станциях Актау, Туркменбашы, Ленкорань смена направлений переносов происходит на высоте 600-1000 м. Кривые меридиональных имеют сходный характер по всем станциям, кроме Актау. Потоки влаги направлены на север, максимальное их значение наблюдается на высоте 1,0-1,5 км. На с. Актау меридиональные потоки влаги направлены на юг, выше 1,5 км они незначительны.

Зональные и меридиональные потоки влаги на различных высотах и общие результирующие потоки влаги в столбе воздуха тесно связаны с характером циркуляции атмосферы. В январе 2002 года северная и в некоторой степени средняя и южная часть Каспийского моря находились под воздействием отрога сибирского антициклона, центр которого располагался над севером Казахстана. В южных районах моря наблюдались выходы южных циклонов, перемещающихся со Средиземного моря на восток и северо-восток. Отклонение давления от нормы за январь 2002 года свидетельствует о том, что распределение барических полей в районе Каспийского моря близко к среднемноголетнему.

Наличие восточного потока влаги по юго-западной периферии отрога сибирского антициклона в приземном слое и западного потока влаги в свободной атмосфере приводит в северной части моря к небольшой величине общего зонального потока в столбе воздуха

(рис.2). К югу влияние антициклона ослабевает и увеличивается роль зональной составляющей. Наибольшие результирующие потоки наблюдаются в Баку и Ленкорани.

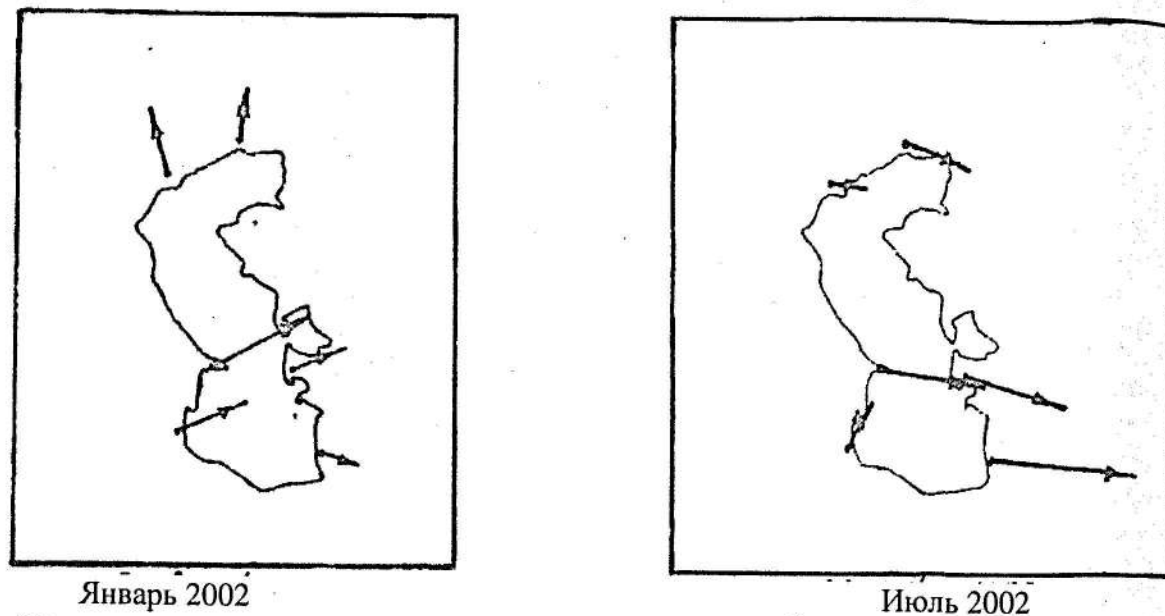


Рис.2. Общие результирующие потоки водяного пара. 1 см = $500 \frac{г}{см \cdot сек}$

В июле влагосодержание во всем столбе атмосферы больше и величина переноса значительнее (рис.3). Западные потоки становятся преобладающими выше 3 км. Для станций Туркменбашы, Актау и Баку характерно наличие западного переноса в самом приземном слое воздуха (высоты 0,5-1,5 км), выше преобладает восточный перенос, который снова меняется на западный на высоте 3 км.

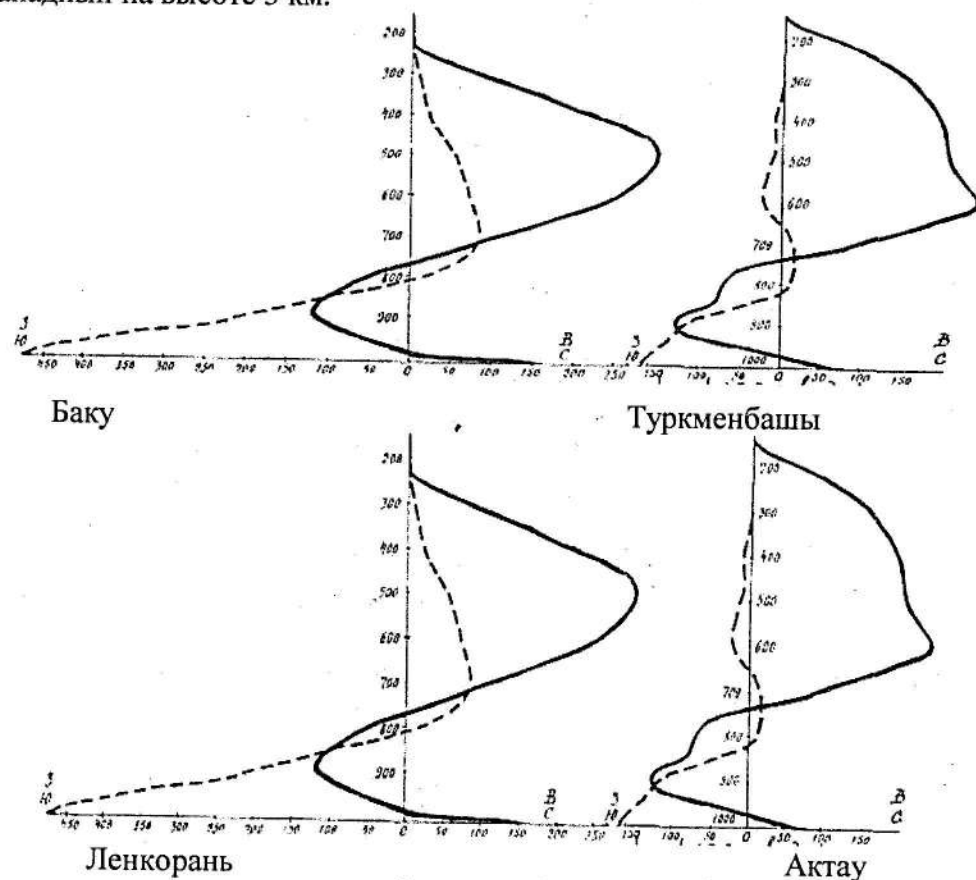


Рис.3. Общие потоки водяного пара ($\frac{г}{см \cdot сек \cdot 100 м \cdot Б}$) на береговых станциях Каспийского моря (Июль 2002 г) _____ зональные потоки, - - - - - меридиональные потоки

В июле 2002 г. в северной части моря наблюдалась смена областей высокого и низкого давления, связанная с действием азорского максимума и циклонической деятельностью ЕТС. Южная часть моря находилась под воздействием северо-восточной периферии обширной термической депрессии, расположенной над южной частью. Приземный западный поток влаги в Туркменбашы и Актау связан, по-видимому, с неравномерным нагреванием суши и моря и преобладанием в летнее время ветра с моря на сушу.

Общие результирующие потоки влаги в столбе атмосферы в июле имеют зональное направление по всем станциям кроме Ленкорани (рис. 2). Наибольшая их величина наблюдается в южной части моря и составляет $1050 \frac{г}{см \cdot сек}$ (Актау).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов Ш.А., Халыгов Н.Б. Расчет переноса влаги над поверхностью Каспийского моря. I. Методы расчета. МАА -nın Elmi məcmuələri, cild 12, 4, 2010.
2. Белинский В.А. Динамическая метеорология. Гостехиздат, 1948.

CALCULATION OF THE TRANSFER OF MOISTURE OVER THE SURFACE OF THE CASPIAN SEA. II. PRACTICAL APPLICATION
Sh.A. Akhmedov, N.B. Khaligov

Horizontal transport of moisture on the surface of the article of the Caspian Sea are considered. Found that the transportation of water in the winter at a height of 6-7 km, 7-9 km in the summer, practically zero, is equal to.

XƏZƏR DƏNİZİNİN SƏTHİ ÜZƏRİNDƏ NƏMLİYİN DAŞINMASININ HESABLANMASI. II. PRAKTİKİ TƏTBİQ
Ş.Ə. Əhmədov, N.B. Xalıqov

Məqalədə Xəzər dənizinin səthi üstündə rütubətin horizontal daşınmasına baxılır. Tapılmışdır ki, qışda su buxarının daşınması 6-7 kilometr hündürlükdə, yayda isə 7-9 kilometrə praktik olaraq sıfır, bərabərdir.

СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ГРУНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ю.Н. Кахраманлы

Азербайджанская государственная нефтяная академия

В работе представлены результаты исследования влияния объемной массы (кажущейся плотности) пенополимерного сорбента на основе поливинилхлорида (ППВХ) и концентрации нефти в грунте на сорбционную емкость сорбентов. Показано влияние концентрации пор в сорбенте, температуры среды и кратности их регенерации на сорбционную емкость.

Ежегодное увеличение масштабов нефтедобычи и их переработки, а также, рост количества перевозок нефти по железнодорожному транспорту и по нефтемагистральным трубам существенно повышает риск загрязнения окружающей среды в результате аварийных разливов. Согласно оценкам Национальной Академии США ежегодно в мире теряется 50 млн. т нефти и нефтепродуктов. Последствия этих потерь не нуждаются в комментариях. Загрязнение грунтовой поверхности нефтью сопровождается необратимыми изменениями морфологии и физико-химических свойств почвы, сопровождаемое снижением и утратой почвенного плодородия, экологических функций почвы, в результате которого образуются токсичные соединения, обладающие способностью переходить в растения, снижающие качество возделываемых культур [1-3].

Таким образом, деградация почвы, наблюдаемая на загрязненных нефтью участках, позволяет отнести их к районам экологического бедствия. Только в Азербайджане в районе Апшеронского полуострова в результате неправильной эксплуатации нефтяных месторождений в начале и середине XX - века привело к тому, что 20 тыс. га земель оказались непригодными для возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому, мероприятия, направленные на рекультивацию и очистку нефтезагрязненных участков, сегодня имеют весьма актуальное значение и диктуют необходимость принятия безотлагательных мер по очистке загрязненных нефтью территорий [4].

Для очистки нефтезагрязненной территории предпринимаются различные механические, физические, физико-химические и биологические методы. По мнению различных ученых и специалистов мира, наиболее перспективным является применение сорбционных методов очистки, которые позволяют осуществить сорбцию нефти и нефтепродуктов непосредственно с грунтовой поверхности.

В этой связи хотелось бы отметить, что исследования по использованию полимерных сорбентов для ликвидации нефтяных аварийных разливов на водной и грунтовой поверхности начаты относительно недавно и преимущественно в таких развитых странах, как США, Канада, страны ЕС и Японии. Объясняется это тем, что в странах третьего мира и развивающихся странах СНГ предпочтение больше давалось разработке нефтяных месторождений и максимальному выкачиванию нефти, а вопросы экологической безопасности, как правило, отодвигались на второй, а может и на третий план. Тут сказывалась также отсталая технология нефтедобычи и непроизводительность оборудования, недостаточно высокий уровень проектных разработок, которые в совокупности не могли способствовать снижению загрязнения окружающей среды [5].

Поэтому, нами в данной работе на примере пенополивинилхлорида (ППВХ) представлены результаты исследований по их использованию в качестве сорбента для очистки грунтовой поверхности от нефти.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве полимерной основы сорбента использовали вторичный поливинилхлорид (ПВХ). Для получения пенополимерных сорбентов на основе ПВХ в состав композиции вводили азодикарбонамид (АКА) для вспенивания полимерной массы, пероксид дикумила (ПД) для сшивки полимерной основы, битум нефтяной в качестве гидрофобизатора для улучшения гидрофобности сорбента. В процессе проведения лабораторных исследований и с целью экономии материала и компонентов смеси наиболее удобным является проведение перемешивания композиций непосредственно на литьевой машине со шнековым цилиндром. В этом случае представляется возможным осуществить пластикацию небольшого количества материала с различными физико-химическими свойствами. Композиции готовились по 100-200 г, которые в шнековом цилиндре при транспортировке от бункера к соплу интенсивно и равномерно перемешивались, расплавлялись и прогревались по всему полимерному объему. При движении вдоль шнека в зоне пластикации, нерасплавившиеся частицы материала смешивались с уже расплавившимися частицами, и вовлекались в винтовое движение. Далее расплавленная полимерная масса заливалась уже не в прессформу, как в процессе литья под давлением, а подобно процессу экструзии, получали экструдат, который затем разрезался в грануляторе на мелкие гранулы размером 3-5 мм.

Образовавшиеся гранулы являются лишь полуфабрикатом, которые затем подвергаются прессованию при температуре 180-200 С. В процессе прессования, происходит дальнейшее разложение ПД и АКА с образованием вспененного и сшитого поливинилхлорида (ППВХ). Регулируя температуру и время выдержки в прессформе, можно получить ППВХ с различной объемной массой и макроструктурой.

В качестве сорбата использовали Бинагадинскую нефть Апшеронского полуострова – с плотностью 851 кг/м³ при 293 К, кинематической вязкостью – 5.50 сст при 323 К, температурой вспышки – 433 К.

Предстояло выяснить влияние содержания нефти в грунте на сорбционную емкость ППВХ с различной объемной массой. Лабораторные исследования по сорбции нефти проводили в лабораторном стакане, в которую засыпали грунт, пропитанный с различной концентрацией нефти: 15% масс., 25% масс., а также 50% масс..

Сорбционную емкость определяли, как отношение количества сорбированной нефти на исходный вес сорбента. Объемную массу (кажущуюся плотность) определяли как отношение массы образца на его геометрический объем.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что грунт подобно сорбенту также проявляет сорбционные свойства, впитывая в поры песчинок нефть и нефтепродукты. При этом нефть может проникать и в более глубокие слои, вплоть до грунтовых вод, в результате чего в органогенных горизонтах происходит аккумуляция тяжелых компонентов нефти, содержащих смолисто-асфальтеновые вещества. Часть легких углеводородов выветривается и разлагается в течение года под действием температуры окружающей среды, а другая часть проникает в более глубокие слои грунта, создавая опасность заражения грунтовых вод [6,7]. Для этого нам представлялось интересным установить закономерность изменения сорбционной емкости сорбента в зависимости от концентрации нефти в грунте. В качестве объекта исследования использовали грунт с содержанием нефти 15, 25 и 50% масс. При этом важно было выяснить влияние объемной массы ППВХ и концентрации нефти в грунте на сорбционную емкость сорбентов.

На рис.1 приводятся результаты исследования влияния объемной массы ППВХ в пределах 35-520 кг/м³ на сорбционную емкость по нефти. Содержание нефти в грунте было минимальным и составляло 15% масс.

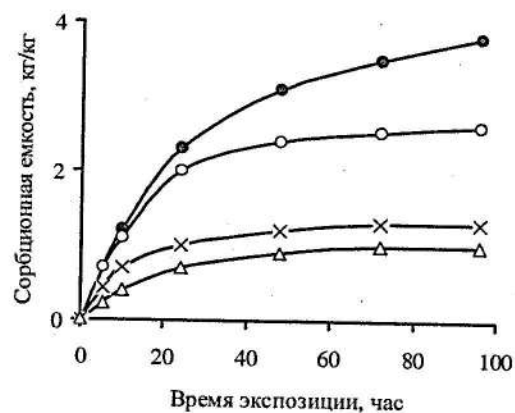


Рис.1. Влияние времени экспозиции сорбентов на сорбционную емкость по нефти сорбентов ППВХ с различной объемной массой и содержания пор 13-16%: ●- 35; ○- 160; ×- 315; Δ- 520 кг/м³. Содержание нефти в грунте 15 % масс.

Анализируя кривые на этом рисунке можно установить, что с увеличением объемной массы ППВХ от 35 до 520 кг/м³ сорбционная емкость по нефти снижается. Максимальная сорбционная емкость на сорбентах с объемной массой 35 кг/м³ составила 3.7 кг/кг, а минимальная – 1.0 кг/кг. При более низкой концентрации нефти в грунте (ниже 15% масс.) максимальная сорбционная емкость сорбентов составило всего лишь 1.0-1.5 кг/кг. Последнее обстоятельство имеет важное значение, так как позволяет утверждать, что применение пенополимерных сорбентов для сорбции нефти с грунта с содержанием нефти менее 15 % масс. является нецелесообразным. Поэтому, в рассматриваемом варианте сорбционные особенности сорбентов изучали только при содержании нефти в грунте 15 % масс и выше.

На рис. 2 приводятся кинетические закономерности сорбции нефти, исходное содержание которой в грунте составляет 25% масс. Сопоставляя данные на этом рисунке, можно констатировать, что с уменьшением объемной массы ППВХ в данном случае наблюдается закономерный рост сорбционной емкости по нефти. Максимальная сорбционная емкость, равная 5.6 кг/кг, наблюдается на сорбентах с наименьшей объемной массой, равной 35 кг/м³. Минимальное значение сорбционной емкости (1.5 кг/кг) достигается на сорбентах с максимальной объемной массой, равной 520 кг/м³.

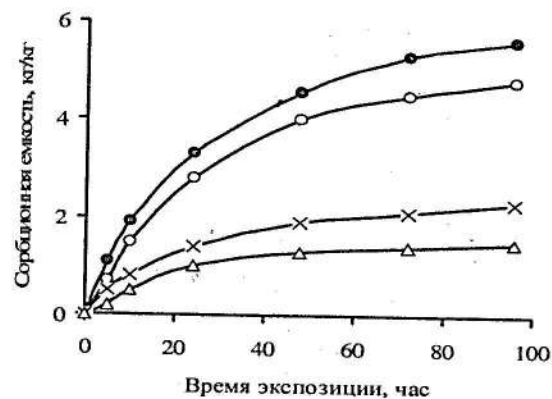


Рис.2. Влияние времени экспозиции сорбентов на сорбционную емкость по нефти сорбентов ППВХ с различной объемной массой и содержания пор 13-16%: ●- 35; ○- 160; ×- 315; Δ- 520 кг/м³. Содержание нефти в грунте 25 % масс.

На рис. 3 представлены изотермы сорбции нефти ППВХ с грунтовой поверхности, содержащей 50% масс сорбата. Согласно полученным результатам исследования максимальная сорбционная емкость по нефти составляет 7.6 кг/кг, а минимальная – 2.2 кг/кг. И в данном случае относительно высокие значения сорбции были зафиксированы на сорбентах с объемной массой, равной 35 кг/м³.

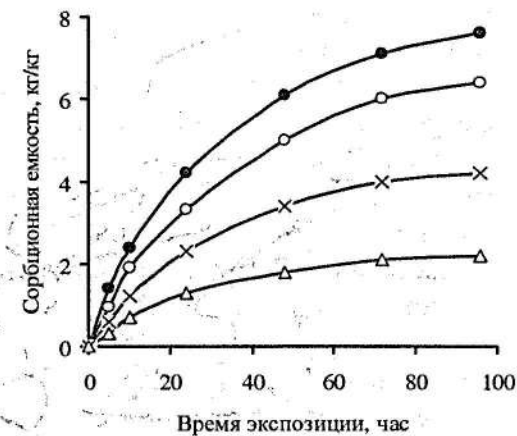


Рис. 3. Влияние времени экспозиции сорбентов на сорбционную емкость по нефти сорбентов ППВХ с различной объемной массой и содержания пор 13-16%: ●- 35; ○- 160; ×- 315; Δ- 520 кг/м³. Содержание нефти в грунте 50 % масс.

Таким образом, становится очевидным, что увеличение концентрации нефти в составе грунта от 15 до 50% масс, а также, уменьшение объемной массы сорбента от 520 до 35 кг/м³ сопровождается возрастанием сорбционной емкости по нефти. Объясняется это тем, что пенополимерные сорбенты с объемной массой 35 кг/м³ характеризуются размером ячеек и пор в пределах 0.7-0.9 мм., в то время, как у сорбентов с объемной массой, равной 520 кг/м³, диаметр ячеек равен 0.01- 0.03 мм. Есть основание полагать, что нефть легче будет мигрировать в полости ячеек и пор большего диаметра (0.8-1.0 мм). Кроме того, экспериментально было установлено, что при 25% масс. содержании нефти в грунте с увеличением концентрации пор в макроструктуре ППВХ с объемной массой 30-40 кг/м³ от 14 до 35%, наблюдается повышение его максимальной сорбционной емкости от 5.6 до 8.4 кг/кг. Последнее обстоятельство позволяет считать, что при разработке пенополимерных материалов для сбора нефти или нефтепродуктов с грунтовой поверхности необходимо, чтобы в макроструктуре сорбентов содержание пор было бы достаточно высоким.

Макроструктура пенополимерных сорбентов, используемых для сбора нефти и нефтепродуктов с водной поверхности, как известно, характеризуется низким содержанием пор, примерно до 16%. Последнее обстоятельство обеспечивало им достаточно устойчивую и длительную плавучесть [8]. Для сбора нефти с грунтовой поверхности плавучесть пенополимерного сорбента уже не играла такой существенной роли. Поэтому, в процессе разработки сорбентов большее внимание уделялось в основном получению материалов, характеризующихся относительно высоким содержанием открытых пор. Связано это с тем, что поры позволяют мигрировать нефти в более глубокие участки ППВХ, способствуя тем самым повышению его сорбционной емкости, в ущерб плавучести. Но это вовсе не означает, что постоянное увеличение содержания пор будет благоприятно сказываться на сорбционных особенностях и физико-химических свойствах сорбентов. Чрезмерное увеличение содержания пор в кристаллических и полукристаллических пластических материалах может привести, наряду с улучшением их сорбционных особенностей, к существенному ослаблению прочности каркаса макроструктуры сорбента с последующим ухудшением его прочностных показателей. Это обстоятельство является недопустимым, так как запас прочности каркаса сорбента повышает сопротивляемость к воздействию различных механических нагрузок, обеспечивая

тем самым возможность увеличения кратности его регенерации. Поэтому, содержание пор в ППВХ варьировали в пределах 13 – 36%. В отличие от пластических материалов, при использовании вулканизированных синтетических каучуков в качестве сорбентов, наоборот, чем больше в них содержание пор, тем эффективнее протекает сам процесс сорбции. При этом эластичность материала не способствовало разрушению пористой макроструктуры сорбентов на основе вулканизированных синтетических каучуков.

Одним из существенных факторов, влияющих на сорбционные свойства сорбентов, является температура среды, при которой проводится эксперимент. В связи с этим, в данной работе в таблице 1 приводятся результаты исследований по изучению влияния температуры среды на сорбционные свойства сорбентов на основе ППВХ с объемной массой 30-40 кг/м³ и содержанием нефти в грунте 15 % масс. Содержание пор в сорбенте варьировали в пределах от 13 до 36 %. Важно было выявить влияние соотношения пор и ячеек на процесс изменения сорбционной емкости. Как видно из приведенных данных, практически во всех случаях увеличение температуры и содержания пор в ППВХ сопровождается повышением сорбционной емкости. В отличие от сорбентов, сорбирующих нефть с поверхности воды, сорбция с поверхности грунта не сопровождается с образованием максимума при 313 К. По-видимому, это можно интерпретировать тем, что ввиду небольшой концентрации нефти в грунте и одновременно достаточного количества свободной от нефти емкости в ППВХ рост температуры приводит к еще большей миграции нефти в его ячеисто-пористую макроструктуру, сопровождаемое увеличением сорбционной емкости. В этой связи, представлялось интересным проследить закономерность изменения сорбционной емкости ППВХ в зависимости от содержания нефти в грунте.

В таблицах 2 и 3 представлены результаты исследования влияния содержания пор в макроструктуре ППВХ на его сорбционную емкость в зависимости от содержания нефти в грунте (при 25 и 50% масс.). В таблице 2 представлены результаты исследования для грунта с 25 % масс. содержанием нефти. Сопоставляя данные, приведенные в этой таблице, можно установить, что при прочих равных условиях, с увеличением в грунте содержания нефти до 25% масс. сорбционная емкость всех образцов возрастает. Причем, и в этом случае имеет место закономерное повышение сорбционной емкости сорбентов с ростом концентрации пор в макроструктуре сорбентов.

Аналогичным образом нами были исследованы сорбционные свойства сорбентов ППВХ в зависимости от концентрации пор при содержании нефти в грунте, равной 50% масс (таблица 3). В отличие от предыдущих исследований (таблица 1 и 2) сорбционная емкость сорбентов, представленных в таблице 3 существенно выше. Безусловно, с увеличением содержания нефти в грунте возрастает количество нефти, мигрирующей в ячеисто-пористую макроструктуру ППВХ в единицу времени. В результате этого наблюдается некоторый рост сорбционной емкости сорбентов на основе ППВХ.

В процессе изучения влияния макроструктуры состава ППВХ и концентрации нефти в грунте на сорбционные процессы важно было выявить наиболее существенные факторы, влияющие на эффективность сорбции сорбента. Без знания этих особенностей сорбентов не представляется возможным делать какие-либо прогнозы и подвести корреляцию при оценке взаимосвязи «структура – свойство». Получение полной информации о кинетических закономерностях процесса в зависимости от типа сорбента и объекта исследования позволяет осуществить вполне обоснованный выбор сорбента с учетом масштаба аварии, температуры среды и ландшафта местности.

Качество и эффективность использования сорбентов определяется также его способностью к многократной регенерации. Именно этот показатель характеризует эксплуатационные возможности сорбента. И, чем больше кратность регенерации сорбента, тем выше экономическая целесообразность его использования. Фактически каждый цикл регенерации суммирует сорбционную емкость исходного сорбента. В результате получается, что один и тот же многократно используемый сорбент, в общей сложности, сорбирует нефть, в несколько раз, превышающий сорбционную емкость сорбента при его первоначальном использова-

нии. Этим, собственно, и отличается разработанный нами пенополимерный материал на основе ППВХ от одноразовых сорбентов. Так, например, при определении влияния кратности регенерации сорбента на его сорбционную емкость было установлено, что после 10-ти кратного повторного использования его сорбционная емкость снизилась всего лишь на 22 %. Это достаточно хороший показатель качества, позволяющий и дальше подвергать этот сорбент повторному использованию.

Таблица 1

Влияние температуры среды на сорбционную емкость сорбентов ППВХ по нефти с различным содержанием пор в макроструктуре.

Концентрация нефти в грунте 15 % масс. Объемная масса сорбентов 30-40 кг/м³.
Время экспозиции 24 часа.

Содержание пор в макроструктуре, %	Температура среды, К	Сорбционная емкость по нефти, кг/кг
13-16	273	1.6
	283	2.0
	293	2.3
	303	2.8
	313	3.5
	323	4.0
23-27	273	2.2
	283	3.0
	293	3.5
	303	3.8
	313	4.4
	323	5.2
32-36	273	3.9
	283	4.5
	293	5.6
	303	6.3
	313	7.5
	323	7.6

Таблица 2

Влияние температуры среды на сорбционную емкость сорбентов ППВХ по нефти с различным содержанием пор в макроструктуре.

Концентрация нефти в грунте 25 % масс. Объемная масса сорбентов 30-40 кг/м³. Время экспозиции 24 часа.

Содержание пор в макроструктуре, %	Температура среды, К	Сорбционная емкость по нефти, кг/кг
13-16	273	2.7
	283	3.5
	293	4.3
	303	5.6
	313	6.0
	323	6.8
23-27	273	3.1
	283	4.3
	293	5.5
	303	6.9
	313	7.8
	323	8.5
32-36	273	5.6
	283	6.9
	293	8.0
	303	9.8
	313	10.6
	323	12.5

Таблица 3

Влияние температуры среды на сорбционную емкость сорбентов ППВХ по нефти с различным содержанием пор в макроструктуре.

Концентрация нефти в грунте 50 % масс. Объемная масса сорбентов 30-40 кг/м³. Время экспозиции 24 часа.

Содержание пор в макроструктуре, %	Температура среды, К	Сорбционная емкость по нефти, кг/кг
13-16	273	4.4
	283	6.3
	293	7.7
	303	8.3
	313	9.4
	323	10.1
23-27	273	5.2
	283	6.9
	293	8.8
	303	10.3
	313	12.2
	323	13.2
32-36	273	6.4
	283	7.8
	293	9.6
	303	11.0
	313	12.9
	323	14.0

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. и др. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. М.: Недра. 2001. 150с.
2. Демина Л.А. Энергия. 2000. №10. С.51-54.
3. Миронов А. Химия и жизнь. 1992. №3. С.34-39.
4. Кадымов А.Г. Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2005. №11. С.60-65.
5. Мазур И.И. Нефть в России. 1997. №10. С.3-8.
6. Паренаго О.П., Нефтехимия. 1999. т.39. №1. С.3-13.
7. Буланова А.В., Грецова И.В., Муратова О.В. Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. 2005. №3. С.37-43.
8. Кахраманлы Ю.Н. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2010. №1. С.30-35.
9. Кахраманов Н.Т., Гусейнов Э.Ю., Салимова Н.А., Кахраманлы Ю.Н. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2010. №2. С.29-32.
10. Кахраманлы Ю.Н. Процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2009. т.10. №3-4. С.299-304.

KÖPÜKLƏNMİŞ POLİVİNİLKLORİDİN ƏSASINDA ALINMIŞ SORBENTLƏ NEFT İLƏ ÇİRKƏNLƏNMİŞ TORPAQLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ

Y.N. Qəhrəmanlı

Polivinilxloridin əsasında alınan köpüklənmiş polimerlərin həcm kütləsindən və torpaqda neftin miqdarından asılı olaraq təqdim olunmuş işdə sorbentlərin sorbsiya tutumuna təsiri öyrənilmişdir. Sorbentlərin tərkibində olan məsələlərin, temperaturun və regenerasiyanın sorbsiya tutumuna təsiri göstərilmişdir.

SORBENT ON THE BASIS OF FROTHED POLYVINYLCHLORIDE FOR CLEARING OF THE PETROPOLLUTED SOIL SURFACE

J.N. Gəhrəmanly

In work results of research of influence volume are presented weight (the seeming density) expanded plastic a sorbent on a basis polyvinylchloride (PVC) and concentration of oil in a ground on sorption capacity of sorbents. Concentration influence is shown time in a sorbent, temperatures of environment and frequency rate of their regeneration on sorption capacity.

Diqqət!

Sizin reklama ehtiyacınız varmı?
Redaksiyamıza müraciət edin.

Ünvanımız: AZ 1045 Bakı ş. 25-ci km
Milli Aviasiya Akademiyası.
Tel: 497-26-00, əlavə 24- 88.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ВЫСОКООКТАНОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Р.А. Ашрафов, *Д.С. Мехтиева

Азербайджанское Высшее Военное Летное Училище
*Национальная Академия Авиации

Статья посвящена одной из основных задач современной нефтеперерабатывающей промышленности – разработке и освоению производства автомобильных бензинов, удовлетворяющих современным экологическим требованиям. Один из путей улучшения экологических показателей автомобильных бензинов заключается в снижении содержания в них ароматических углеводородов, в том числе бензола.

В мировом производстве автомобильных бензинов наблюдается постоянная тенденция к ужесточению не только их эксплуатационных, но и экологических характеристик. При этом международные и отечественные нормативы на автобензин существенно ограничивают содержание бензола, ароматических углеводородов, олефиновых углеводородов и серы. С января 2010 г. в Азербайджане утвержден специальный технический регламент "О требованиях к бензинам, дизельному топливу и отдельным горюче-смазочным материалам", в котором устанавливаются сроки производства автомобильных бензинов экологических классов Евро-2, 3, 4, 5. В частности, с 1 июля 2010 года необходимо перейти на выпуск автомобильного бензина класса Евро-2 с содержанием ароматических углеводородов до 35 %, в том числе бензола до 1 % [1].

Одной из основных задач в улучшении экологических характеристик автомобильных бензинов является отказ от применения бензинов, содержащих тетраэтилсвинец в качестве антидетонатора. Эта задача решена в Японии, США и Канаде. В некоторых странах: Голландии, Австрии и др. разрешено вводить этиловую жидкость только в специальные высокооктановые сорта [2].

Переход на неэтилированные топлива не только предотвращает эмиссию свинца с продуктами сгорания, но и сокращает на 60-90% другие вредные выбросы путем использования каталитических нейтрализаторов, для которых свинец является ядом. Кроме того, в этом случае возможно поддержание состава топливно-воздушной смеси, близкое к стехиометрическому, что обеспечивает такие оптимальные характеристики бензина, как плотность, вязкость, испаряемость, углеводородный состав, которые практически не влияют на токсичность отходящих газов. Но отказ от этилирования влечет за собой проблемы, связанные с обеспечением требуемого октанового числа бензина.

Первоначально этилированные сорта заменялись бензинами с относительно низким октановым числом (82-86 м.м.). Это было связано с отставанием темпов наращивания мощностей производства высокооктановых компонентов от требований по снижению норм этилирования. Однако дефицит высокооктановых неэтилированных бензинов был временным. Доля этилированных бензинов на протяжении 80-х годов ежегодно снижалась в среднем на 5-6%. В 1995 г. доля неэтилированных бензинов достигла 65% от общего потребления, а к 2000 г. - более 90%. Основным видом неэтилированных бензинов должен стать премиальный бензин "европремиум".

Известно, что США - признанный лидер в области требований к экологической чистоте топлив. Рост числа автомобилей предопределяет ужесточение национальных стандартов, ограничивающих вредное воздействие отработавших газов. В соответствии с новыми дополнениями к Закону о чистоте воздушного бассейна основными отличиями качества автомобильного бензина с улучшенными экологическими характеристиками, называемыми также реформулированными, модифицированными, "зелеными", экологически чистыми и т.п., являются:

- низкая летучесть (давление насыщенных паров);

- пониженное содержание ароматических (особенно бензола) и олефиновых углеводородов, участвующих в образовании смога;
- обязательное использование кислородсодержащих компонентов и моющих присадок для предотвращения образования отложений в системах подачи топлива в двигателе;
- отсутствие свинца, марганца и других тяжелых металлов.

Испарение бензина - основная причина естественных потерь и выбросов в окружающую среду токсичных углеводородов. При транспортировке, хранении и заправке автомобилей бензином потери от испарения достигают 1,5-2%. Снижение содержания свинца и изменение состава автомобильного бензина привели к другой проблеме - увеличению показателя летучести товарного бензина. Показатели летучести автомобильного бензина (упругость паров по Рейду) для легких сортов бензина повысились с 609 до 714, для зимних - с 798 до 931 г/см² [3]. Углеводороды, содержащиеся в парах бензина, представляют опасность не только как токсичные вещества, но и, участвуя в фотохимических реакциях под действием солнечного света, приводят к образованию смога. Все это вызывает необходимость снижения давления насыщенных паров бензина, что, в свою очередь, понижает их ресурсы и детонационную стойкость. Максимальное давление насыщенных паров для бензина с улучшенными экологическими свойствами - не выше 79,9 кПа.

В нефтеперерабатывающей промышленности принят ряд изменений в технологии производства бензина. Так, большинство нефтеперерабатывающих компаний пошло по пути снижения содержания в бензине компонентов с высоким показателем летучести. К последним относятся н-бутан, кислородсодержащие соединения, легкий прямогонный бензин и легкие продукты различных процессов, доля которых возрастает с ростом жесткости режимов работы установок. Суммарная доля таких компонентов может достигать 40% от общего объема товарных бензинов. Успешному решению проблемы способствовал ввод в эксплуатацию дополнительных мощностей таких процессов, как алкилирование, каталитическая полимеризация и димеризация, а также снижение давления на установках процесса риформинга, переход к процессам с непрерывной регенерацией катализатора. Изменения в компонентном составе продукции в структуре технологического парка нефтепереработки сопровождались увеличением содержания в бензине ароматических углеводородов и изопарафинов, а также снижением доли низкооктановых н-парафинов[3].

Европейским комитетом стандартов также разрабатываются новые нормативы на предельно допустимые значения плотности бензинов и упругости их паров. Следует отметить, что в целом по странам Западной Европы и в Японии этот показатель несколько ниже, чем в американских стандартах. С целью снижения потерь бензина от испарения новые машины в европейских странах снабжаются специальным конденсационным баком с поглотителем. Предусмотрены также защитные меры по уменьшению потерь в системе распределения бензина. Рассматривается вопрос о снижении предельно допустимой концентрации бензола в неэтилированном бензине, составляющей около 5% об., а в будущем ниже 1%. Однако использование катализаторов дожигания и специальных баков приводит к резкому сокращению выбросов бензола в атмосферу[3]. Из рисунков 1, 2 и 3 видно, что максимальные доли бензола, серы и суммы ароматических углеводородов в составе товарного автомобильного бензина, согласно европейским нормам, в последние годы существенно снижается. С целью повышения октановых характеристик товарного бензина в качестве компонентов используются спирты и простые эфиры. Углеводородный состав бензина с улучшенными экологическими характеристиками нормируется по содержанию ароматических соединений, бензола и олефинов. Содержание бензола в бензине США составляет не более 3%, в новых спецификациях на экологически чистый бензин - не более 1%. Ограничение содержания ароматических соединений до 20-25% (вместо ранее принятых 35-50%) приводит к удорожанию бензина. Выбор экономичной схемы снижения содержания бензола в бензине зависит от многих факторов, среди которых преобладает модернизация установок каталитического риформинга[4].

Одним из наилучших вариантов является использование процесса трансалкилирования бензола фракции С₇₊ бензина риформинга, при котором полученный бензин даже без раз-

бавления неароматическими компонентами, удовлетворяет требованиям ГОСТ Р-51105-97 по содержанию бензола. Кроме того, в полученном бензине на 31,4% меньше ароматических углеводородов С₉₊, вызывающих повышенное нагарообразование в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания и увеличение выбросов сажи в атмосферу с отработавшими газами. Снижение содержания бензола и увеличение октанового числа получаемого бензина позволяют снизить требования к неароматической составляющей, используемой при составлении композиций товарного высокооктанового бензина.

На основе бензина трансалкилирования предлагается вариант производства товарного бензина АИ-95, удовлетворяющего следующим требованиям - содержание бензола не более 3% об., суммарное содержание ароматических углеводородов не более 45% об. Такой бензин может быть получен путем смешения 80% бензина трансалкилирования и 20% алкилата, он имеет октановое число 96 ИМ и 87,1 ММ, содержание бензола и суммы ароматических углеводородов 2,5 и 44,1% об., соответственно[5].

В табл.1 представлена сравнительная характеристика бензина риформинга и бензина, получаемого в процессе трансалкилирования фракции С₆ бензина риформинга с фракцией С₇₊, из которой видно что, полученный по предлагаемой технологии бензин имеет октановое число 97,1 ИМ, что на 1,1 пункта больше, чем у бензина каталитического риформинга. При этом содержание бензола в нем составляет 3,3% мас., или 3,2% об., то есть на 37,7% относ. ниже, чем в бензине риформинга.

Добавление бензина трансалкилирования в состав высокооктанового экологически чистого товарного бензина позволяет снизить содержание бензола в его составе ниже 1% [6].

Использование предложенной технологии позволяет улучшить экологию окружающей среды, уменьшить расход неароматических высокооктановых компонентов бензина. Необходимо отметить, что применение процесса трансалкилирования позволяет вовлекать в состав такого бензина практически весь риформат, и установленные новым стандартом требования должны быть включены во все виды нормативных документов на бензин.



Рис. 1 - Максимально допустимое содержание бензола в товарных автомобильных бензинах

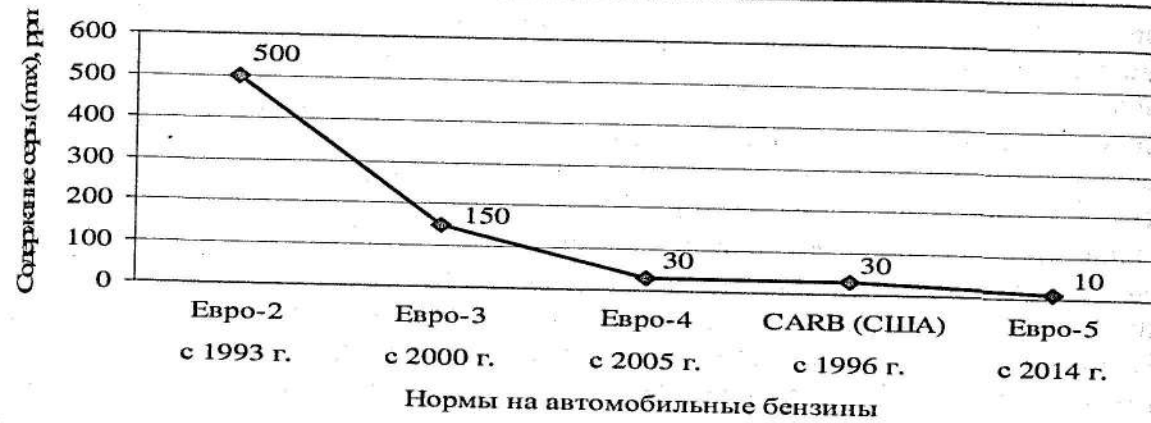


Рис. 2 - Максимально допустимое содержание серы в товарных автомобильных бензинах

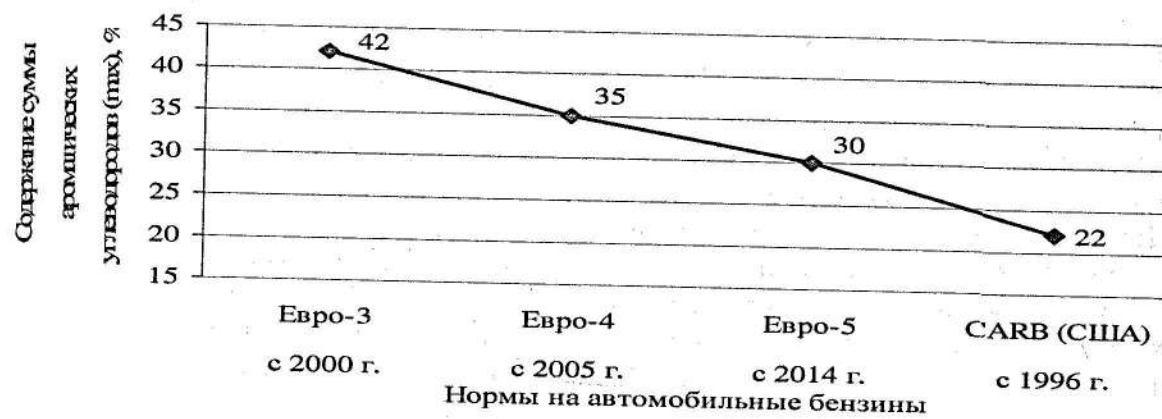


Рис. 3 - Максимально допустимое содержание суммы ароматических углеводородов в товарных автомобильных бензинах

Таблица 1

Сравнительные характеристики бензина каталитического риформинга и бензина, полученного с использованием процесса трансалкилирования

Показатели	Бензин риформинга	Бензин трансалкилирования
Октановое число, ИМ	96,0	97,1
Плотность при 20°C, кг/м ³	776	773
Выход на рифорат, % мас	100	95,1
Углеводородный состав, % мас.:		
Парафинонафтеновые	34,6	35,3
Ароматические	65,4	64,7
В т. ч.: бензол	5,3	3,3
Толуол	17,2	20,1
C ₈	23,5	28,0
C ₉ ⁺	19,4	13,3

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашрафов Р.А., Оруджев Ю.И., Гусейнова А.Д., Мирзоева Л.М., Гусейнова И.С., Юнусов С.Г. Современные требования к экологически чистым автомобильным бензинам // Экология и Водное Хозяйство, 2010, №3, с.19-28.
2. Федоринов И.А., Абдульминев К.Г. Получение компонента автомобильных бензинов с пониженным содержанием бензола. // Материалы научно-практической конференции IV Конгресса нефтегазопромышленников России, Уфа, 2003, с.113-124.
3. Матузов Г.Л. Развитие технологий риформирования углеводородов C₆-C₁₂ для производства базовых компонентов автомобильных бензинов // Дисс. канд. техн. наук.- Уфа: УГНТУ, 2010, 154с.
4. Гусейнова И.С., Мирзоева Л.М., Юнусов С.Г., Гусейнова А.Д., Ашрафов Р.А. Алкилирование бензольной фракции бензина риформинга на цеолитсодержащем катализаторе // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2008, № 3-4(35-36), с.208-213.
5. Гусейнова А.Д., Мирзоева Л.М., Гусейнова И.С., Юнусов С.Г., Ашрафов Р.А. Получение экологически чистых компонентов автомобильных бензинов // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, 2009, №10, с.51-55.
6. Гусейнова А.Д., Мирзоева Л.М., Гусейнова И.С., Юнусов С.Г., Ашрафов Р.А. Изучение возможностей снижения содержания бензола в бензинах риформинга // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, 2010, №2, с.55-59.

**YÜKSƏK OKTANLI EKOLOJİ TƏMİZ AVTOMOBİL BENZİNLƏRİNİN
MÜASİR DÖVRDƏ İSTEHSALI**
R.Ə. Əşrafov, C.S. Mehdiyev

Məqalə neftayırma sənayesinin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri, müasir tələblərə cavab verən ekoloji təmiz yüksək oktanlı avtomobil benzinlərinin layihələndirilməsi və istehsalatəbiiqidir. Avtomobil benzinlərinin ekoloji göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasının əsas yollarından biri onların tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərin, xüsusilə də benzolun miqdarının azaldılmasıdır.

**MODERN STATE OF PRODUCTION ECOLOGICALLY OF CLEAN HIGH-ANTIKNOCK
MOTOR-CAR PETROLS**
R.A. Ashrafov, J.S. Mekhtiev

The article is devoted one of basic tasks of modern oil-processing industry to development and mastering of production of motor-car petrols, satisfying modern ecological requirements. One of ways of improvement of ecological indexes of motor-car petrols consists in the decline of maintenance in them.

AVIASIYA İQTİSADİYYATI, MƏNİDÇİLİK VƏ HÜQUQ

**XARİCİ ÖLKƏLƏRDƏ FİZİKİ ŞƏXSLƏRƏ MÜNASİBƏTDƏ VERGİ
REZİDENTLİYİNİN TƏTBİQİ QAYDALARI**

A.Q. Mirzəyeva

BDU-nun Mülki proses, əmək və ekologiya hüququ kafedrası

İngilis vergi hüququnda rezident anlayışı faktiki olaraq iki meyyara əsaslanır:

-bir vergi ilində (6 aprelədən 5 aprelədək) 183 gün və ya daha çox müddət ərzində istənilən şəxs ölkənin rezidenti hesab olunur;

-Böyük Britaniya ərazisində yaşayış yeri olan.

ABŞ-da rezidentlik müəyyən edilərkən ölkədə olma məqsədi və qalma müddəti əsas tutulur. Fransada rezidentlik bir il Fransa ərazisində olan xarici vətəndaşdır. Yaponiyada rezidentlik xarici vətəndaşın 5 il və daha çox Yaponiyada yaşaması ilə tanınır. Onlar daimi rezident sayılır. Daimi olmayan rezidentlər isə 1 ildən 5 ilədək müddətdə yaşayanlardır. Çində rezidentlik müddəti 1 ildir. İspaniya, Türkiyə, Rusiya, Ukrayna, Belarus və o cümlədən Azərbaycanda rezidentlik 6 aydır. Beləliklə məqalədə fərqli dövlətlərdə rezident və qeyri-rezidentlərin statusunun nümunələri göstərilir. Müəllif tərəfindən məqalədə dünya dövlətlərində fiziki şəxslərin beynəlxalq rezidentlik məsələləri ilə əlaqədar müqayisəli hüquqi analiz aparılır.

İlk növbədə qeyd edək ki, vergi məqsədləri üçün istər Azərbaycan Respublikası qanunvericiliyinə əsasən, istərsə də beynəlxalq təcrübədə fiziki şəxslərə münasibətdə rezidentliyin bir qayda olaraq domisiliy, (daimi yaşayış yerinin olması), vətəndaşlıq, ölkə ərazisində daha çox qalma, iqtisadi maraqların təmin olunduğu yer testləri (meyarları) tətbiq olunur.

Digər tərəfdən, əksər dövlətlərdə fiziki şəxslərin vergi statusunun müəyyən edilməsində «domisiliy» meyarı həlledici və əsas sayılır. Lakin müxtəlif şəraitdən asılı olaraq bu meyarın məzmunu fərqli ola bilər. Məsələn, Norveçdə vergi məqsədləri üçün domisiliy olan şəxs ölkədə «uzun müddət qalma niyyətində olan» şəxsdir. Domisiliy olmasına vergi ödəyicinin il ərzində vaxtının çox hissəsini hətta ölkə xaricində keçirməsinə baxmayaraq, onun ailə üzvlərinin Norveçdə yaşaması faktı belə əsas verir. Norveç qanunvericiliyinə əsasən vergi məqsədləri üçün domisiliyə malik şəxslər müvəqqəti xarakter daşımayan məqsədlərə görə bu ölkədə məskunlaşan şəxslər hesab olunurlar. Əgər vergi ödəyicinin, əksər vaxtı başqa ölkədə olmasına baxmayaraq, Norveçdə ailəsi yaşayırsa, artıq bu onun daimi yaşayış yerinin olması deməkdir (1, s.98).

Rusiya vergi qanunvericiliyinə əsasən, vergi məqsədləri üçün rezidentlik prinsipinin müəyyən olunmasında «domisiliy» («daimi yaşayış yeri») anlayışından istifadə olunmur (2, s.130).

Domisiliy başqa meyarlara, məsələn, «daha çox qalma» testi ilə üzvi əlaqədədir. Ümumi qaydalara görə, rezidentin vergi statusu fiziki şəxsin ölkə ərazisində günlərin sayı və məqsədləri ilə müəyyən olunur.

Rusiya Federasiyası Vergi Məcəlləsinin 207-ci maddəsinə əsasən, rezident fiziki şəxslər üçün rezidentlik müddəti şəxsin faktiki olaraq təqvim ili ərzində 183 təqvim gündən az olmayaraq ölkə ərazisində olması hesab edilir (3, s.195).

Böyük Britaniyanın rezident fiziki şəxslərinin həm ölkə mənbələrindən həm də ölkə xaricindən əldə olunmuş bütün gəlirləri vergiyə cəlb olunur. İngilis vergi qanunvericiliyində «rezident» anlayışı faktiki olaraq iki meyyara əsaslanır. Birincisi, bir vergi ilində (6 aprelədən 5 aprelədək) 183 gün və ya daha çox müddət ərzində Böyük Britaniya ərazisində yaşayan istənilən şəxs ölkənin rezidenti hesab olunur. Böyük Britaniyada vergi ili (büdcə ili) təqvim ilinə bərabər olmayıb, 1 aprelədən 31 martədək müəyyən olunmuşdur. İkincisi, Böyük Britaniya ərazisində

«yaşayış yeri» (yəni, özünə və ya həyat yoldaşına məxsus olan, yaxud kirayədə olan ev, mənzil və ya digər yaşayış evi) olan şəxs ölkə ərazisində bir vergi ilində yaşama müddətindən asılı olmayaraq və hətta bir dəfə ölkəyə gəlməsi kifayətdir ki, vergi məqsədləri üçün rezident sayılsın. Bundan əlavə, Böyük Britaniyada yaşayış yeri olmayan şəxs, hətta 4 il ərzində ölkədə hər ildə 3 aydan az olmamaq şərti ilə olmuşdursa, artıq rezident hesab olunur (4, s.451). Böyük Britaniya ərazisində 2 il müddət ərzində maddə ilə işləyən xarici vətəndaşlar yuxarıda qeyd olunan meyarlardan asılı olaraq, rezident statusu qazanırlar. Lakin 3 ildən çox müddətdə maddə ilə işləyən xarici şəxslərə isə həmin meyarlardan asılı olmayaraq rezidentlik statusu verilir.

İngilis hüququnda «domisiliy» (yəni daimi yaşayış yeri) meyarı da tətbiq olunur. Böyük Britaniyada «domisiliy» vergiqoymanın xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün əlavə meyar hesab olunur. Əgər Böyük Britaniyanın vergi rezidenti bu ölkədə domisiliyə malik olmasa da belə, lakin bir sıra güzəştlərdən istifadə edə bilər (5, s.192). Domisiliy «vətəndaşlıq» və «rezidentlik» anlayışlarından fərqlidir. Məsələn, Böyük Britaniyada rezident – xarici vətəndaşlar xarici şəxslərin maddə ilə işləyən və öz ölkəsində domisiliy hesab olunursa, Böyük Britaniyada aldıkları əmək haqqının yalnız 50%-nə münasibətdə vergiyə cəlb olunurlar.

ABŞ-da fiziki şəxsin vəziyyəti ölkənin Daxili Gəlirlər Məcəlləsinin 7701-ci maddəsində müəyyən edilən üç meyarlardan hər hansı birinə uyğun gəldikdə rezident hesab olunur. Həmin meyarlar bunlardır:

- ölkəyə qanuni surətdə gəlmə, yəni («Yaşıl kart»ın olması. «Yaşıl kart» ABŞ-da yaşamaq hüququ əldə edən şəxslərə verilir;

- ABŞ-da kifayət qədər uzun müddət olması;
könüllü surətdə özünü rezident elan etməsi (4, s.451).

ABŞ-da rezidentlik müəyyən edilərkən, ölkədə olma məqsədi və qalma müddəti əsas tutulur. Əslində qalma müddətinin minimal həddi müəyyən olunmasa da belə, digər amillər nəzərə alınır. Məsələn, ABŞ-da «H» («eyç») tipli və «L» («el») tipli vizalarla olanlar rezident, «J» («jey») tipli viza ilə olanlar isə qeyri-rezidentlər sayılırlar (4, s.452).

Faktiki olaraq isə şəxs ölkənin immiqrasiya qanunvericiliyinə əsasən daimi rezident sayılır və bu statusda rezidentlik ləğv olunana qədər və ondan imtina olunana qədər qalır. ABŞ-da daha çox qalma müddəti cari il ərzində 31 gündən az olmayan müddət və ya 3 il ərzində 183 gündən az olmayan müddət hesab olunur ki, bu hallarda şəxs rezident sayılır.

ABŞ-ın rezidentlik statusunu aldıqdan sonra şəxsin ABŞ-ın ərazisindən kənara müvəqqəti və ya hətta uzun müddətə getməsi hallarına bir qayda olaraq diqqət verilmir və belə vəziyyət ölkədən tam getməsinə qədər davam edir. «Ölkədə olma» meyarına əsasən, rezidentlik müddətinə fiziki şəxsin səhhətinə görə ölkəni tərk edə bilməməsi, habelə xarici ölkədə müəllim, tələbə və ya peşəkar idmançı qismində olması müddətləri daxil edilmir. Xarici şəxslərin ABŞ-ın mənbələrindən əldə etdikləri gəlirlər, onlar ABŞ-ın qeyri-rezidenti olmaqla vergiqoyulmaya cəlb olunur.

Fransa və Lüksemburq vergi qaydalarına görə, domisiliy və rezidentlik anlayışları eyni mənə kəsb edir. Vergi məqsədləri üçün Fransanın rezidenti bir il ərzində Fransanın ərazisində olan və ya həmin ölkədə əsas yaşayış yeri olan fransız və ya xarici vətəndaş hesab olunur. Daimi yaşayış yeri olan xarici vətəndaş Fransada özünün iqtisadi mənafeələrinə malikdirsə və ya 5 il ərzində əsas yaşayış yeri Fransadırsa, ya da bir ildə 6 aydan az olmayan müddətdə Fransa ərazisindədirsə, bu zaman o, domisiliy hesab olunur. Fransada domisiliy olan Fransa vətəndaşları bütün mənbələrdən əldə etdikləri hər bir gəlirlərindən vergilərə cəlb olunurlar. Domisiliy olmayan rezident xarici şəxslər yalnız fransız mənbələrindən əldə olunmuş gəlirlərə görə vergilərə cəlb olunurlar.

Alman vergi qanunvericiliyində isə iki anlayış fərqləndirilir:

- qeyri-məhdud vergi ödəyici;
- məhdud vergi ödəyici.

Qeyri-məhdud vergi ödəyici bütün mənbələrdən əldə olunan gəlirlərdən Almaniya vergilərinin ödənilməsi, məhdud vergi ödəyici isə yalnız Almaniya mənbələrindən vergi ödənilməsidir:

Almaniyanın rezidenti olan və Almaniya yaşayış yeri olan həm ölkə vətəndaşları, həm də xarici şəxslər qeyri-məhdud vergi ödəyicilər hesab olunurlar. Almaniya ərazisində 6 aydan çox qaldıqdan sonra xarici şəxslər avtomatik olaraq məhdud vergi ödəyicidən qeyri-məhdud vergi ödəyiciyə çevrilirlər. Bu zaman onlara xarici ölkədə ödədikləri vergi qədər vergi endirimləri tətbiq olunur.

Yaponiyada 5 ildən çox yaşamış Yaponiya vətəndaşları və xarici şəxslər qanunvericiliyə görə ölkənin daimi rezidentləri hesab olunurlar. Bu şəxslər həm ölkədaxili, həm də xarici mənbələrdən əldə olunmuş bütün gəlirlərə görə vergiyə cəlb olunurlar. Bir ildən 5 ilə qədər Yaponiyada yaşayan və ya yaşayış yerini saxlayan vətəndaşlar isə daimi olmayan rezidentlər hesab olunurlar. Daimi olmayan rezidentlər yapon mənbələrindən əldə olunan bütün gəlirlərə və həmçinin xarici ölkələrdən Yaponiyaya köçürülən gəlirlərə münasibətdə vergilərə cəlb olunurlar. Xarici ölkələrdə vergilərin ödənilməsi ilə əlaqədar olaraq Yaponiyada ödəniləcək vergilərdə endirimlər tətbiq olunur. Daimi olmayan rezidentlərə tətbiq olunan vergilərin dərəcələri daimi rezidentlərə tətbiq olunan dərəcələr qədərdir.

Yaponiyada yaşayış yerinə malik olan və orada 1 ildən az müddətdə yaşamış olan vətəndaşlar Yaponiyanın qeyri-rezidentləri hesab olunur və yapon mənbələrindən əldə olunmuş gəlirlərdən 20% dərəcə ilə vergi ödəyirlər.

Çində rezidentlik prinsipinin daha mürəkkəb sistemi mövcuddur. Məsələn, «Fiziki şəxslərdən gəlir vergisi haqqında» 31 oktyabr 1993-cü il tarixli Çin Qanununun 1-ci maddəsinə əsasən, gəlir vergisinin ödəyiciləri Çində yaşayış yeri olan, və ya yaşayış yeri olmayıb, lakin 365 gündən az olmamaq şərti ilə Çində olan şəxslər hesab olunur. Yaşayış yeri olan şəxslər dedikdə, Çin ərazisində evi, qeydiyyatı və ya iqtisadi maraqları olan şəxslər başa düşülür. Yaşayış yeri olmayıb, lakin 1 ildən 5 ilədək müddətdə Çində yaşayan fiziki şəxslər yalnız Çində əldə etdikləri gəlirlərdən gəlir vergisi ödəməlidirlər. Göstərilən müddətdən artıq ölkədə yaşayan şəxslər artıq tam rezident hesab olunurlar. Bu zaman ölkə ərazisindən kənara 30 günədək müddətə, və ya ümumən 90 günədək hesablanmış müddətdə çoxsaylı gediş-gəlişləri şəxsin rezident statusuna qətiyyət təsir etmir.

Çində rezident olan fiziki şəxslərə vergi orqanları tərəfindən xüsusi sertifikat verilir. Həmin sertifikat onun xüsusi vergi statusunu təsdiq edir və xarici vergi ödəyicinin qeydiyyatda olduğu ölkə ərazisində vergi güzəştləri əldə etməsi üçündür.

Rezidentlik bu və ya digər ölkədə ənənəvi olaraq yaşayış yerinə görə müəyyən olunması ilə yanaşı, həm də iqtisadi maraqlara görə də müəyyən olunur. İspan vergi qanunvericiliyinə görə, bir təqvim ilində 183 gündən artıq İspaniyada yaşayan, və ya bu ölkədə özünün əsas iqtisadi maraqlarına malik olan, yaxud da bu ərazidə özünün əsas kommersiya, sahibkarlıq və ya professional fəaliyyətini həyata keçirən fiziki şəxslər rezident hesab edilirlər. Rezidentlər gəlir vergisini xarici gəlirlər də daxil olmaqla bütün gəlirlərdən ödəyir, qeyri-rezidentlər isə yalnız İspaniyada əldə olunmuş gəlirlərdən vergi ödəməlidirlər.

Vətəndaşlıq əlamətinə üstünlük verilməklə vergi rezidentliyinin müəyyən olunduğu ölkələrdən Braziliya və Kanadaya misal göstərmək olar. Belə ki, fiziki şəxslər faktiki olaraq yaşadıkları yerdən asılı olmayaraq, onlarda müvafiq vətəndaşlıq olduğu təqdirdə rezident hesab olunurlar. Vətəndaşlığı olmayan şəxslər üçün isə həmin ölkədə ən çox qalması meyarı əsas götürülür. Bu meyar əsasən fiziki şəxsin ölkə ərazisində qaldığı günlərin sayının hesablanmasına əsaslanaraq rezidentlik müəyyən olunur.

Çilidə fiziki şəxslər rezident o zaman hesab olunurlar ki, 1 vergi ilinin 6 ayı ərzində yaxud da 2 vergi ilində (ardıcıl olaraq) 6 ay ərzində Çilidə olmuş olsunlar.

Belarus Respublikasının vergi qanunvericiliyində fiziki şəxslərin vergi statusunun ən ümumi meyarı kimi «dövlətlə iqtisadi əlaqə» müəyyən edilmişdir. Bununla əlaqədar olaraq fiziki şəxslər rezident və qeyri-rezidentlərə ayrılır ki, bu zaman qanunvericiliklə fiziki şəxslərin vətəndaşlığı əhəmiyyət kəsb etmir. Belarus Respublikasının Vergi Məcəlləsinin 17-ci maddəsinin 1-ci bəndində

göstərilir ki, fiziki şəxslər bir təqvim ili ərzində 183 gündən az olmamaqla Belarus Respublikası sındadırsa, bu şəxslər rezident hesab olunurlar (6, s.49).

«Vergi qoyma sistemi haqqında» Ukrayna Respublikası Qanununun 4 və 5-ci maddələrinə görə, vergi ödəyicilərin statusunun əsasında iki meyar dayanır: rezidentlik və ərazi meyarları. Rezidentlik prinsipinə görə, vergi rezidentləri 2 qrupa bölünür:

- a) tam vergi məsuliyyəti daşıyan vergi rezidentləri;
- b) məhdud vergi məsuliyyəti daşıyan vergi qeyri-rezidentləri.

Tam vergi məsuliyyəti daşıyan vergi rezidentləri Ukraynada daimi yaşayış yeri olan, bu dövlətdə daimi qalan şəxslərdir ki, bütün mənbələrdən əldə etdikləri gəlirlərdən vergilərə cəlb olunurlar.

Məhdud vergi məsuliyyəti daşıyan vergi qeyri-rezidentləri həmin dövlətdə daimi yaşayış yerinə malik olmayıb, və buna görə də yalnız bu dövlətin ərazisində əldə olunan gəlirlərdən vergi ödəyirlər.

«Vergi qoyma sistemi haqqında» Ukrayna Respublikası Qanununa əsasən rezidentlik aşağıdakı əsaslara görə müəyyən olunur:

- 1) 1 (bir) vergi ilində (1 təqvim ili) 183 gün ölkə ərazisində daimi olaraq qalma;
- 2) əldə olunan gəlirlərin mənbəyi;
- 3) vergi məsuliyyəti (vergi ödəliyinin) hədləri – tam və ya məhdud məsuliyyət (6, s.267-268).

Vergi rezidentliyi Türkiyə Cümhuriyyəti vergi qanunvericiliyində demək olar ki, eynilə bu şəkildə qoyulmuşdur.

Türkiyə Cümhuriyyətinin 6 yanvar 1961-ci il tarixli «Gəlir vergisi Kanunu» və 21 iyun 2006-cı il tarixli «Kurumlar vergisi Kanunu» vergi rezidentliyinin əsaslarını müəyyən edir.

Türkiyə Cümhuriyyətinin 6 yanvar 1961-ci il tarixli «Gəlir Vergisi Kanunu»nun II Bölüm 3, 4 və 5-ci maddələri və III Bölüm 6 və 7-ci maddələrinə əsasən, vergi ödəyicilərin statusu 2 cür müəyyən olunur:

- 1) tam mükəlləfiyyət;
- 2) dar mükəlləfiyyət.

Qanunun 3-cü maddəsində deyilir: «Aşağıda yazılı gerçək kişiler Türkiyə içinde və dışında elde ettikleri kazanc və iratların tamamı üzerinden vergilendirilirler:

1. Türkiyede yerleşmiş olanlar;
2. Resmi daire və müesseselere ve ya merkezi Türkiyede bulunan teşekkül ve teşebbüslere bağlı olup adı peçen daire, müessese, teşekkül və teşebbüslerin işleri dolayısıyla yabancı memleketlerde oturan türk vatandaşları (bu qibilerin buldukları memleketlerde elde ettikleri kazanc və iratları dolayısıyla Gelir Vergisine və ya benzeri bir vergiyeye tabi tutulmuş bulunanlar, mezkur kazanc və iratları üzerinden ayrıca vergilendirilmezler) (7, s.180).

Birinci sıradakı «Türkiyede yerleşmiş olanlar» dedikdə, həmin Qanunun 4-cü maddəsində aşağıdakı izahat verilir:

1. İkametgahı Türkiyede bulunanlar;
2. Bir takvim yılı içinde Türkiyede devamlı olarak altı aydan fazla oturanlar (Geçici ayrılmalar Türkiyede oturma süresini kesmez).

Deməli, Türkiyə qanunvericiliyi bu şəxsləri rezident hesab edir.

Yerləşmə sayılmayan hallar aşağıdakılardır:

1. Belli və geçici görev və ya iş için Türkiyeye gelen iş, ilim və fen adamları, uzmanlar, memurlar, basın və yayın mühabirleri və durumları bunlara benzeyen digər kimsələrlə təhsil və ya tədavi, və ya istirahət, və ya səyahət məqsədilə gələnler;
2. Tutukululuk, hökümlülük və ya hastalık gibi elde olmayan sebeplerle Türkiyede alıkonmuş ve ya kalmış olanlar».

Dar vergi mükəlləfiyyəti daşıyan vergi ödəyicilərin dairəsi isə 6-cı maddədə öz əksini tapmışdır: «Türkiyede yerleşmiş olmayan gerçək kişiler sadece Türkiyede elde ettikleri kazanc ve

iratlar üzərindən vergiləndirilirlər». Türkiyədə əldə edilən qazanclar 7-ci maddəyə əsasən aşağıdakılardır:

1. Ticari qazanclarda: kazanc sahibinin Türkiyədə iş yerinin olması və ya daimi təmsilçi bəndürməsi və kazancın bu yerlərdə və ya bu təmsilçilər vasitəsiylə sağlanması;
 2. Zirai qazanclarda: zirai fəaliyyətlərin Türkiyədə icra edilməsi;
 3. Ücretlərdə:
 - a) xizmətin Türkiyədə ifa edilmiş və ya edilməkdə olması və ya Türkiyədə dəyərləndirilməsi;
 - b) sərbəst məslək qazanclarında: bu fəaliyyətin Türkiyədə icra edilməsi, və s.
- Göründüyü kimi, Türkiyə qanunvericiliyinə görə, bu qisim şəxslərin vergi statusu vergi qeyri-rezidenti kimi qiymətləndirilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Пепеляев С.Г. Налоги: реформы и практика. М.: Статут, 2005.
2. Кучеров И.И. Международное налоговое право./ Учебник. М.: ЮрИнфоР, 2007.
3. Налоговый Кодекс Российской Федерации. / Части первая и вторая. М.: Эксмо, 2010.
4. Аронов А.В., Кашин В.А. Налоги и налогообложение. /Учебное пособие. М.: Магистр, 2009.
5. Кучеров И.И. Налоговое право зарубежных стран.// Курс лекций. М.: ЮрИнфоР, 2003. с.192.
6. Налоговое право стран Восточной Европы. Общая часть: Беларусь, Польша, Россия, Словакия, Украина, Чехия. /Отв.ред. М.В.Карасёва, Д.М.Щекин. М.: Волтерс Клувер, 2009.
7. Yürürlükteki Türk Vergi Kanunları./Hazırlayan Mustafa Tan, Gelirlər Kontrolörü. Ankara, Nisan 2007.

ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ НАЛОГОВОГО РЕЗИДЕНТСТВА ПО ОТНОШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

А.Г. Мирзоева

В английском праве в целях налогообложения физических лиц понятие «резидент» включает 2 критерия:

– срок резидентства, т.е. любой гражданин, как резидент Великобритании в одном налоговом году (с 6 апреля по 5 апреля) должен находиться в стране в течение 183 дней или более;

– наличие жилища (домицилия) в Великобритании.

При определении президентства в США обычно принимается во внимание цель и действительный срок пребывания физического лица.

Срок резидентства и наличие домицилия являются основными критериями принципа резидентства во Франции. Срок резидентства в этом государстве составляет 6 месяцев в одном налоговом году.

В Японии резидентами признаются граждане этого государства и иностранцы, если они проживают в Японии 5 лет и более. Они считаются постоянными резидентами. А непостоянными резидентами являются граждане, проживающие в Японии сроком от 1 года до пяти лет.

Срок резидентства физических лиц в Китае составляет 1 год. В Испании, в Турции, в России, на Украине, в республике Беларусь и в некоторых других странах, в том числе в Азербайджане, в целях налогообложения срок резидентства составляет 6 месяцев (более 183 дней) в одном календарном году.

Таким образом, в статье приводятся примеры, определяющие статус резидентов и нерезидентов налогоплательщиков в разных странах мира. Автором проводится сравнительно-правовой анализ международного налогового резидентства в отношении физических лиц стран мира.

RULES OF THE USING TAX RESIDENTS ON ATTITUDE OF THE PHYSICAL PERSONS IN FOREIGN COUNTRY

A.G. Mirzoyeva

In english right in purpose of the taxation of the physical persons notion "resident" includes 2 criterias:

the period residents i.e. any person, as resident to Great Britain at one tax year (since April 6 on April 5) must is found in country for 183 days or more; presence home (domiciliy) in Great Britain.

At determination residents in USA usually is taken in attention purpose and real period of stay of the physical person.

The period residents and presence domicily are a main features of the principle residents in France. The period residents in this state forms 6 months at one tax year.

The people this state confess in Japan resident and foreigner if they live in Japan 5 years and more. They are considered constant resident. But changeable resident are a people, living in Japan by period from 1 before five years.

The period residents physical persons in China forms 1. In Spain, in Turkey, in Russia, on Ukraine, in republic Belarus and in some other country, including in Azerbaijan in purpose of the taxation period residents forms 6 months (more than 183 days) at one calendar year.

Thereby, examples happen to in article, defining status resident and non-residents taxpayer in miscellaneous country world. The author is conducted relatively-legal analysis international tax residents in respect of physical persons of the countries of the world.

Новые печатные издания Национальной Академии авиации!

1. D.A. Səmədova. Environment and Ecology.
2. M.Ə. Babayev, R.M. Abbasov. Elektrotexnikanın nəzəri əsasları.
3. A.R. Həsənov, F.N. Sultanov, İ.Ə. İsgəndərov. Monoimpuls radiope-lenqatorları.

Наш адрес: AZ 1045 Bakı ş. 25-ci km

Milli Aviasiya Akademiyası.

Tel: 497-26-00, əlavə 21- 85.

E-mail hasanov@naa.edu.az

KONSTITUSIYA NƏZARƏTİ VƏ ONUN FORMALARI

İ.Quliyev, H. Mürsəlova
Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə "konstitusiya nəzarəti" anlayışına daxil olan əsas cəhətlər, konstitusiya nəzarətini həyata keçirən orqanlar, konstitusiya nəzarətinin növləri, formaları ətraflı nəzərdən keçirilir.

Məqalədə habelə, konstitusiya nəzarəti sahəsində əsas nəzəriyyələr, konstitusiya nəzarətinin müxtəlif sistemləri, onları tətbiq edən ölkələrin təcrübəsi və onların müqayisəli təhlili öz əksini tapmışdır.

Burada həmçinin, konstitusiya nəzarətinin "avropa" və "amerika" modeli ətraflı şəkildə nəzərdən keçirilir. Hər bir modelə görə, konstitusiya nəzarətini buna səlahiyyəti olan müxtəlif orqanlar həyata keçirir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan Respublikasında konstitusiya nəzarətinin "avropa" modeli tətbiq edilmişdir.

Respublikamızda bu funksiyaları Konstitusiya Məhkəməsi həyata keçirir. Azərbaycan Respublikası Konstitusiyasında bu məhkəmə orqanının səlahiyyətləri (maddə 130) dəqiq tənzimlənmişdir.

"Konstitusiya nəzarəti" anlayışı özündə bir sıra əsas cəhətləri əks etdirir.

Bu cəhətlər içərisində: nəzarəti həyata keçirən orqanlar, konstitusiya nəzarətinin obyektləri, nəzarətin növləri və formaları kimi məsələlərin öyrənilməsi vacibdir.

KONSTITUSIYA NƏZARƏTİ ORQANLARI. Əvvəlki illərin hüquq ədəbiyyatlarında konstitusiya nəzarətindən bəhs edərkən bu nəzarətin **adi məhkəmələr, xüsusi məhkəmələr və məhkəmə funksiyasını həyata keçirən digər orqanlar** tərəfindən həyata keçirilməsindən bəhs edilirdi. Son dövrlərin ədəbiyyatlarında isə bu bölgü bir qədər fərqli aparılır. Məsələn, rus alimi **B.B.Maklakov** konstitusiya qərarlarından asılı olaraq konsitusiya nəzarətini həyata keçirən orqanları aşağıdakı qruplara bölür:

a) dövlət başçısı, parlament, hökumət, ümumi məhkəmələr, inzibati məhkəmələr tərəfindən həyata keçirilən konstitusiya nəzarəti. Bu orqanlar konstitusiya nəzarətini malik olduqları səlahiyyətlərdən biri olaraq, ayrıca səlahiyyət kimi həyata keçirir, yaxud digər funksiyaların həyata keçirilməsi prosesində paralel olaraq yerinə yetirirlər.

b) konstitusiya nəzarətini həyata keçirmək məqsədilə yaradılmış xüsusi orqanlar tərəfindən həyata keçirilən nəzarət. Bu orqanlar qismində məhkəmə orqanları (konstitusiya məhkəmələri) və məhkəməyəoxşar orqanlar (konstitusiya şuraları) çıxış edirlər.

Prezident, parlament, hökumət və bu kimi orqanlar tərəfindən həyata keçirilən konstitusiya nəzarətini "**siyasi konstitusiya nəzarəti**" də adlandırırlar. Buna əsas kimi sadaladığımız orqanların siyasi funksiyaları həyata keçirən orqanlar olduğunu göstərir. Bu orqanlar müəyyən müddət üçün seçilirlər və növbəti, yaxud növbədənkənar seçkilər nəticəsində onların siyasi tərkibi tam dəyişə bilər. Ona görə də, konstitusiya nəzarəti cari siyasi vəzifələrlə məşğul olur və məzmununa görə qeyri-stabildir.

Siyasi konstitusiya nəzarətinə Fransanın konstitusiya tarixində daha tez-tez təsadüf olunur. Onun nəzəri əsası Böyük Fransa inqilabının ideoloqlarından biri **E.J. Seyes** tərəfindən 1795-ci ildə irəli sürülüb. 1779 və 1882-ci il konstitusiyalarında bu vəzifənin Senat tərəfindən həyata keçirilməsi nəzərdə tutulurdu. 1946-cı il Konstitusiyası Respublika Prezidentinin sədrliyi ilə Konstitusiya Komitəsi yaradılmasını irəli sürdü. Bütün IV Respublikanın tarixi ərzində (1946-1958) bu Komitə cəmi birçə qərar çıxartdı.

İsveç Konstitusiyasında (1974-cü il) isə, fakultativ xarakterli ilkin konstitusiya nəzarəti nəzərdə tutulur. Orada Qanunverici Şura konsultativ (məsləhətçi) nəzarəti, Hökumət və Rikstaq isə qanunverici funksiyaları həyata keçirir ki, bu da az da olsa siyasi xarakter daşıyır.

Siyasi konstitusiya nəzarəti bu problemi qəbul edən "**sosialist konstitusiyaları**" üçün daha xarakterik idi. Kuba Konstitusiyasının (1976) 73-cü maddəsinə görə, Milli Assambleya

qanunların, dekretlərin və digər ümumi aktların Konstitusiyaya uyğunluğu məsələsinə dair qərarlar çıxartmağa, Dövlət Şurasının verdiyi sərəncamları, yerli orqanların qərar və sərəncamlarını geri çağırmağa səlahiyyətlidir. Konstitusiyanın 105-ci maddəsində isə, bu səlahiyyət yerli assambleyalara da verilir. Belə ki, bu orqanlar onların tabeçiliyində olan digər orqanların çıxartdıqları bə Konstitusiyaya, yaxud yuxarı orqanların verdiyi qərarlara zidd olan aktları ləğv edə, fəaliyyətini dayandıra, yaxud dəyişdirə bilər.

Məhkəmələr tərəfindən həyata keçirilən konstitusiya nəzarəti ya adi, ya da xüsusi olaraq bu məqsədlə yaradılmış məhkəmələr və ya məhkəməyəoxşar orqanlar tərəfindən həyata keçirilir. Bu baxımdan bu orqanları iki qrupa bölürlər: **mərkəzləşdirilməmiş (amerika modeli) və mərkəzləşdirilmiş ("avropa modeli")** sistemlər. "**Avropa modeli**" Avstriyada yarandığı və **Hans Kelzenin** adı ilə bağlı olduğu üçün "**avstriya**" və "**kelzen**" modeli də adlandırılır.

Ədəbiyyatlarda başqa bölgülərə də rast gəlinir. Məsələn, M.A. Nudel "Avropa model"li ölkələri **dörd qrupa** bölür:

1) konstitusiya nəzarəti aşağıdan-yuxarıya bütün məhkəmə orqanları tərəfindən həyata keçirilən ölkələr (ABŞ, Argentina, Qvatemala, Honduras, Danimarka, Meksika, Norveç, Portuqaliya, Yaponiya və s.);

2) konstitusiya nəzarəti yalnız ali məhkəmələr tərəfindən həyata keçirilən ölkələr (Avstraliya, Boliviya, Venesuela, Haiti, Hindistan, İrlandiya, Kanada, Kolumbiya, Kosta- Rika, Malayziya, Nepal, Nikaraqua, Panama, Filippin, İsveçrə, Ekvador, MAR və s.);

3) konstitusiya nəzarəti xüsusi bu məqsədlə yaradılmış məhkəmələr tərəfindən həyata keçirilən ölkələr (Avstriya, İtaliya, Rusiya, AFR, Türkiyə, Azərbaycan, Somali, Konqo və s.);

4) konstitusiya nəzarəti məhkəməyəoxşar orqanlar (konstitusiya şuraları) tərəfindən həyata keçirilən ölkələr (Fransa və fransız modelini qəbul etmiş bir sıra digər ölkələr).

Mərkəzləşdirilməmiş ("amerika") sistem tarixən daha əvvəl yaranmışdır.

Bu sistemli ölkələrdə qanunların və digər normativ hüquqi aktların konstitusiyaya uyğunluğunun yoxlanılması **bütün məhkəmələr tərəfindən həyata keçirilir** (ABŞ, Argentina, Yaponiya, Norveç, Avstraliya, Hindistan, Malta və s).

Mərkəzləşdirilmiş ("avropa") sistemli ölkələrdə isə, konstitusiya nəzarəti funksiyası bu məqsədlə yaradılmış xüsusi orqan tərəfindən həyata keçirilir. Bu orqanın başlıca vəzifəsi qanunların və digər normativ hüquqi aktların konstitusiyaya uyğunluğunun yoxlanılması olub, müxtəlif ölkələrdə müxtəlif müxtəlif cür adlanır. Məsələn, **İtaliyada, Rusiyada** Konstitusiya məhkəməsi, **AFR-də** Federal Konstitusiya Məhkəməsi, **Polşada** Konstitusiya Tribunalı, **Fransada** Konstitusiya Şurası, **Türkiyədə** Anayasa Məhkəməsi, **Misirdə** Ali Konstitusiya Məhkəməsi, **İranda** Nəzarət Şurası vəs. adlanır.

Federativ dövlətlərdə bu cür orqanlar federasiya subyektləri tərəfindən də yaradıla bilər. Məsələn, AFR torpaqlarının bəziləri buna misal ola bilər. Konstitusiya nəzarəti funksiyasını 1946-cı il Gessen Konstitusiyasına görə həmin torpaqda Dövlət məhkəmə palatası, 1992-ci il Saksoniya Konstitusiyasına görə orada isə, **Konstitusiya məhkəmə palatası həyata keçirir və s.**

Ali Məhkəmələrdən fərqli olaraq, **konstitusiya məhkəmələri cinayət və mülki işlərə baxırlar.** Bu orqanlar bir qayda olaraq, qarışıq nümayəndəlik əsasında formalaşdırılırlar ki, bu da baxılan məsələlərə daha ətraflı nəzər salmağa imkan verir.

Konstitusiya məhkəmələrində nəzarət prosesi ümumi məhkəmələrdəki proseduraya uyğun aparılır və qərar da müşavirə otağında qəbul edilir.

Ümumi məhkəmələrdən və konstitusiya məhkəmələrindən fərqli olaraq, **konstitusiya şuraları məhkəmə orqanı hesab edilmirlər.** Konstitusiya şuralarında işlərə baxılması prosesində bəzi məhkəmə prosedurası elementlərindən istifadə edilməsinə baxmayaraq tamamilə fərqli qaydada aparılır. Bu zaman şura üzvlərindən biri tərəfindən iş üzrə məruzə hazırlanır və həmin məruzə proses zamanı müzakirə edilir. Konstitusiya şuraları Fransada və keçmiş

Fransa müstəmləkələri olan Əlcəzairdə, Tunisdə və digər bir sıra Afrika ölkələrində fəaliyyət göstərirlər.

1995-ci il Konstitusiyasından və 21 oktyabr 1997-ci il tarixdə qəbul edilmiş "Konstitusiya Məhkəməsi haqqında" AR Qanunundan görüldüyü kimi, **Azərbaycanda konstitusiya nəzarətinin "avropa" modeli tətbiq edilmişdir.** Respublikamızda bu funksiyaları Konstitusiya Məhkəməsi həyata keçirir. Konstitusiya Məhkəməsinin fəaliyyəti Konstitusiya və "Konstitusiya Məhkəməsi haqqında" Qanunla tənzimlənir.

Konstitusiyada səlahiyyəti, fəaliyyət istiqamətləri daha ətraflı şəkildə təsbit olunmuş yeganə məhkəmə orqanı Azərbaycan Respublikasının Konstitusiya məhkəməsidir. Konstitusiyada bu məhkəmə orqanının səlahiyyətlərinin dəqiq tənzimlənməsi, sadəcə onun əhəmiyyətindən irəli gəlir. Konstitusiyada bu yolla konstitusiya nəzarəti institutu tənzim olunur. Konstitusiya Məhkəməsi 14 iyul 1998-ci ildə yaradılıb. Konstitusiya Məhkəməsinin fəaliyyətinin hüquqi əsaslarını Azərbaycan Respublikasının 12 noyabr 1995-ci ildə qəbul edilmiş Konstitusiyası (24 avqust 2002-ci il və 19 mart 2009-cu il tarixlərində ümumxalq referendumu nəticəsində dəyişikliklər edilib), Azərbaycan Respublikasının tərəfdar çıxdığı beynəlxalq müqavilələr, 23 dekabr 2003-cü ildə qəbul olunmuş Azərbaycan Respublikasının "Konstitusiya Məhkəməsi haqqında" Qanun, digər qanunlar təşkil edir.

Konstitusiyanın 86, 88, 102, 103, 104, 107, 130, 153 və 154-cü maddələri Konstitusiya Məhkəməsinin formalaşması və fəaliyyəti prinsiplərini nəzərdə tutur. Konstitusiya Məhkəməsinin fəaliyyəti Azərbaycan Respublikası Konstitusiyasının aliliyi, müstəqillik, kollegiallıq və açıqlıq prinsipləri əsasında qurulur.

Konstitusiya Məhkəməsi vasitəsilə konstitusiya nəzarəti həyata keçirilir. Konstitusiya nəzarəti Azərbaycan Respublikasının hüquq sistemində yeni institutdur və hələlik ətraflı tədqiq olunmamışdır.

Hüquq ədəbiyyatında Konstitusiya nəzarəti və tətifi anlayışları fərqləndirilir. Bu məsələ barədə müxtəlif fikirlər mövcuddur və bu müxtəliflik ölkələrin və hətta eyni bir ölkənin qanunvericiliyində müvafiq sözlərin eyni cür işlədilməsi şərtlənir. Nəzarət dedikdə, ictimai hakimiyyət orqanları arasında münasibətlərin elə sistemi nəzərdə tutulur ki, nəzarət orqanı onun nəzarət etdiyi orqanın aktının qüvvəsini müvəqqəti dayandıra bilər, aktı ləğv etmək və ya düzəliş etmək isə, təftiş edən orqanın öz işidir.

Lakin bu iki termin arasında münasibət barədə başqa anlam da var. Bu anlamda nəzarət, nəzarət edən orqan tərəfindən öz təşəbbüsü ilə və ya hər hansı signal əsasında aparıldığı yoxlanılır, təftiş edən isə, təftiş edilən orqanın fəaliyyətini müşahidə etmək deməkdir.

Konstitusiya (yazılı formada konstitusiya nəzərdə tutulur) ali hüquqi qüvvəyə malik olduğuna görə dövlətdə bütün hüquqi aktlar ona müvafiq olmalı və ya hər halda ona zidd olmamalıdır. Konstitusiyaya uyğunluq və Konstitusiyaya zidd olmamaq terminləri müxtəlif anlayışları əhatə edir. Konstitusiyaya zidd olmamaq anlayışı daha geniş anlayışdır. Bunlardan əlavə adlarını çəkdiyimiz anlayışlar arasında fərq olması aşağıdakı mülahizələrdən də görünür:

Əgər tənzimlənməsi predmeti əsas qanunda təsbit olunmuş hər hansı aktın Konstitusiyaya uyğunluğu yoxlanılırsa, bu halda uyğunluqdan söhbət getməməlidir. Lakin əgər yoxlanılan aktın predmeti Konstitusiyada xatırlanmır, bu cür aktlar isə Konstitusiyada əksəriyyət təşkil edir, çünki Konstitusiya ümumi normalardan ibarətdir. Bu halda Konstitusiyaya zidd olmamaqdan danışmaq daha doğru olar.

Konstitusiya nəzarəti sahəsində xarici ölkələrin təcrübəsində müxtəlif terminlərdən istifadə edilir. Çox vaxt "zidd olmamaq" terminindən istifadə olunur. Elə hallar da məlumdur ki, aktın əsas qanuna uyğun olması birbaşa vurğulanır. Uyğunluq termini o halda işlədilir ki, hər hansı institut barəsində onu inkişaf etdirən aşağı səviyyəli qanunvericilik qəbul edilmiş olduğu halda, həmin institutu tənzimləyən normalar Konstitusiyada təsbit edilmişdir. Aktın Konstitusiyaya uyğunluğunun bu şərtlə nəzərə alaraq ki, bu hallar nəzərə alınmaqla tipik qeyd-şərtlərdən istifadə edilməsi halları da məlumdur (Almaniya Federal Konstitusiya Məhkəməsi bu hüquqdan xüsusilə fəal istifadə edir).

Konstitusiya nəzarəti ideyasının özü XVII əsrin əvvəllərində Böyük Britaniyada yaranmışdır və o, "Gizli Şura"nın fəaliyyətilə bağlı olmuşdur. "Gizli Şura" müstəmləkələrin legislaturalarının (qanunverici məclislərinin) qanunlarını yoxlayır və İngiltərə Parlamentinin həmin müstəmləkələr üçün qəbul etdiyi qanunlara və ya ümumi hüquqa zidd olduqda onları etibarsız hesab edirdi. Lakin müasir anlamda Konstitusiya nəzarəti ilk dəfə ABŞ-da yaranmışdır.

Birinci Dünya Müharibəsindən sonra Avropada Xüsusi Konstitusiya Nəzarət modeli yaradıldı. Avropa modeli ideyası dünya şöhrətli hüquqşünas Hans Kelerenə məxsusdur. Hazırda bu modelin başqa qitələrdə yayılması əsasən iki amillə bağlıdır: Birincisi bu, dünya müharibəsinə qədər və müharibə dövründə yol verilmiş insan və vətəndaş hüquqlarının çox kobud şəkildə pozulmasının təkrarlanmasına yol verməmək arzudur və postsosialist ölkələrində Konstitusiya nəzarəti institutunun təsis edilməsi totalitar və avtoritar rejimlərin qalıqlarını aradan qaldırmaq istəyindən irəli gəlir. İkinci amil isə, bir sıra ölkələrdə itaətkar parlament əksəriyyətinə arxalanan icra orqanlarının əlində hakimiyyətin mərkəzləşməsilə bağlıdır. Bu şəraitdə Konstitusiya nəzarəti Konstitusiyanın ehtimal edilən pozuntuları yolunda ciddi maneəyə çevrilir.

Konstitusiya nəzarətini əsaslandırmaq üçün 3 əsas nəzəriyyədən istifadə edilir:

1. Orqanik nəzəriyyəyə görə - Konstitusiya Müəssislər hakimiyyətinin aktı olduğuna görə Konstitusiyada nəzərdə tutulmuş və Müəssislər hakimiyyəti aktlarına zidd olmamalıdır.

2. İnstitusional nəzəriyyəyə görə - Konstitusiya hakimiyyət orqanları üçün oyun qaydalarını müəyyənləşdirir. Bu orqanların heç biri digərinin səlahiyyətlərinə qəsd etməməlidir, federativ dövlətlərdən ötrü isə, mərkəzin və federasiya subyektlərinin səlahiyyət dairələrinin həddinə riayət edilməsi xüsusi vacibdir.

3. Təbii-hüquq nəzəriyyəsinə görə - Konstitusiya idarə edənlər və idarə edilənlər üçün, ilk növbədə, insan və vətəndaş hüquqları üçün zəmanətlər müəyyən edir. Bu nəzarəti isə, Konstitusiya həyata keçirməlidir.

Bu nəzəriyyələrin hamısı doğrudur və onlar bir-birini tamamlayır.

Xarici ölkələrin təcrübəsindəki hələ də ciddi bəzi siyasi rejimli ölkələrdə dərc edilən aktların yoxlanılması üçün başqa əsaslar nəzərdə tutulur və bu məsələyə başqa yanaşma da məlumdur.

Təbii rejimlərdə bəzən siyasi-ideoloji Konstitusiya nəzarəti yaradılır. Hərçənd, bu cür rejimlərin hökm sürdüyü ölkələrdə Konstitusiyalar özləri də yalnız şərti mənada bu cür hesab edilə bilər.

Hazırda bir sıra müsəlman ölkələrində Konstitusiya nəzarəti institutuna oxşar bir prosedur - qanunların islam prinsiplərinə uyğunluğunun yoxlanılması proseduru mövcuddur. İran İslam Respublikasının 1979-cu ildə qəbul edilmiş konstitusiyasında qanunların İslam Konstitusiyasına uyğunluğunun yoxlanılması nəzərdə tutulmuşdur.

Konstitusiya nəzarətinin əsas obyektı qanunların konstitusiyaya uyğunluğudur. Bununla bərabər, başqa parlament aktlarının da, o cümlədən, rəqlamentlərin də konstitusion olub-olmaması yoxlanıla bilər.

Konstitusiyaya nəzərən, aşağı səviyyəli normativ hüquqi aktlar, eyni bir orqan tərəfindən qəbul edilmiş olduqda belə, bəzən onların öz iyerarxiyası olur. Məsələn, Konstitusiya və ya orqanik qanunlar adi qanunlara nisbətən daha yüksək hüquqi qüvvəyə malik ola bilər. Bu halda adi qanunların orqanik qanunlara zidd olmasının yoxlanılması Konstitusiya nəzarəti anlayışına daxildir.

Xalqın suverenliyinin birbaşa təzahürü olan referendum yolu ilə qəbul edilmiş qanunların Konstitusiyaya uyğunluğu, adətən, yoxlanılmalı deyildir. Lakin Konstitusiyanın referendum yolu ilə qəbul edilməsi və ya qanunların Konstitusiyaya uyğun olub-olmaması yoxlanılmalıdır.

İcra hakimiyyəti orqanlarının aktlarının, özünüidarə aktlarının Konstitusiya uyğunluğunun və qanuniliyinin yoxlanılması, eləcə də onların Konstitusiya maddələrindən irəli gələn daxili iyerarxiyasına riayət edilməsinin yoxlanılması Konstitusiya nəzarəti anlayışı ilə əhatə olunur. Qismən hüquqi aktların (məsələn, müqavilələrin, vəsiyyətnamələrin və s.) konstitusiya ilə yoxlanılması da mümkündür, çünki həmin aktlarda Konstitusiya prinsipləri dillərin bərabər hüquqlu olması, irqi ayrıseçkiliyin qadağan edilməsi kimi Konstitusiya prinsipləri pozula bilər. Eyni sözlər məhkəmə qərarlarına da aiddir.

Bir sıra ölkələrin konstitusiyalarında Beynəlxalq hüququnun milli hüquqdan üstün olması qaydası müəyyən edilmişdir. Buradan belə nəticə çıxır ki, milli qanunların beynəlxalq müqavilələrə uyğunluğunun yoxlanılması da Konstitusiya nəzarəti ilə əhatə oluna bilər.

Konstitusiya nəzarəti anlayışı vəzifəli şəxslərin hərəkətlərinin Konstitusiyaya uyğunluğunun yoxlanılmasını da əhatə edir. Adətən bu sözlər dövlətin ali vəzifəli şəxslərinə-prezidentlərə, hökumət üzvlərinə, hakimlərə və başqa şəxslərə aid edilir.

Konstitusiya nəzarəti ictimai-siyasi birliklərin, ilk növbədə, siyasi partiyaların yaradılmasına və onların fəaliyyətinə də şamil edilir.

Bütün bunlar, sözün əsil mənasında Konstitusiya nəzarətidir.

Məhdud mənada Konstitusiya nəzarəti isə, yalnız qanunverici hakimiyyətin aktları ilə bərabər parlament tərəfindən qəbul edilən qanunlara aiddir.

Nəzarətin hansı subyekt tərəfindən həyata keçirilməsindən asılı olaraq, siyasi nəzarət və məhkəmə nəzarəti fərqləndirilir. Siyasi nəzarət qanun qəbul edən orqan-parlament tərəfindən həyata keçirilir. Siyasi nəzarətdə işin obyektiv həllinə siyasi motivlər mənfi təsir etdiyinə görə məhkəmə nəzarəti üstün hesab olunur.

Həyata keçirilmə vaxtına görə Konstitusiya nəzarəti ilkin və sonrakı nəzarət növlərinə bölünür. İlkin nəzarət halında akt qüvvəyə minmə qədər yoxlanılır. Sonrakı nəzarət prinsip etibarlı ilə qüvvədə olan, ən azı rəsmi dərc edilmiş aktlara şamil edilir. Həyata keçirmə yerinə görə Konstitusiya nəzarəti daxili və xarici ola bilər. Daxili nəzarət həmin aktı qəbul etmiş orqanın özü tərəfindən, xarici nəzarət isə başqa orqan, məsələn, parlament tərəfindən qəbul edilmiş qanunu imzalamaq və ya promulqasiya edilməsi üçün təqdim edildiyi dövlət başçısı tərəfindən həyata keçirilir.

Hüquqi nəticələri baxımından, Konstitusiya məsləhət xarakterli nəzarət qaydasında qəbul edilən qərarın hüquqi qüvvəsi yoxdur, onun yalnız mənəvi qüvvəsi var. Hüquqi baxımdan o, heç kəsin üzərinə heç bir vəzifə qoymur. Əksinə, qətnamə xarakterli nəzarət qaydasında qəbul edilən qərar nəinki məcburi olmaqla yanaşı, eləcə də həmiyə şamil olunur.

Konstitusiya nəzarəti həyata keçirilməsinin məcburiliyi baxımından məcburi və fakültativ ola bilər. Birinci halda akt hökmən Konstitusiya nəzarətinə məruz qalır. Fakültativ nəzarət isə, yalnız hüquqi səlahiyyətlər verilmiş subyektin təşəbbüsü bəyan edildiyi halda həyata keçirilir.

Konstitusiya nəzarəti, forma etibarilə, mücərrəd və konkret ola bilər. Mücərrəd nəzarət - hər hansı işlə əlaqədar, aktın və ya normanın konstitusiyaya uyğunluğunun yoxlanılması deməkdir.

Konkret nəzarət isə, yalnız müəyyən işlə bağlı həyata keçirilir və bu işin həlli zamanı konstitusiya uyğunluğu baxımından mübahisə doğuran müəyyən norma və aktlar tətbiq edilməməlidir.

Həcminə görə konstitusiya nəzarəti, tam və ya qismən nəzarət növlərinə bölünə bilər. Tam nəzarət - konstitusiya ilə tənzimlənən ictimai münasibətlər sistemini bütünlüklə əhatə edir. Qismən nəzarət isə, yalnız müəyyən sahələrə aid edilir.

Məzmununa görə konstitusiya nəzarəti, formal və maddi olur. Formal nəzarət halında - aktın qəbul edilməsinə aid edilən konstitusiya şərtlərinə və tələblərinə riayət edilməsi yoxlanılır, yəni bu aktın dərc edilməsinin onu dərc etmiş orqanın səlahiyyətlərinə daxil olub-olmaması, bu halda prosedur tələblərinə riayət edilib-edilməməsi, aktın lazımi formada dərc edilməsi şərtləri və tələbləri yoxlanılır. Maddi nəzarət isə, aktın məzmununa aiddir və bu məzmunun Konstitusiya müddəalarına uyğunluğunun yoxlanılması deməkdir.

Konstitusiya nəzarətinin geriyyə qüvvə baxımından iki forması müşahidə edilir: Birinci forma *ex tunc* adlanır və o deməkdir ki, normanın və ya aktın qeyri- konstitusion hesab edilməsi barədə qərarın geriyyə qüvvəsi vardır və onlar lap əvvəldən dərc edildiyi andan və ya onların zidd olduğu Konstitusiya normasının qüvvəyə mindiyi andan etibarən hesab edilir. İkinci forma *ex nunc* adlanır və o deməkdir ki, normanın və ya aktın qeyri-konstitusion hesab edilməsi barədə qərar yalnız qarşıdakı dövr üçün qüvvədədir, həmin normanın və ya aktın qüvvədə olmasının bütün əvvəlki nəticələri isə qüvvədə qalır.

Konstitusiya nəzarəti orqanları iki yerə bölünür:

Məhkəmə orqanları və kvazi məhkəmə orqanları. Konstitusiya nəzarətinin məhkəmə orqanları məhkəmələrin iş üsullarından istifadə edirlər. Onların fəaliyyəti dəqiq şəkildə tənzim olunur və çıxarıqları aktlar bir qayda olaraq, məcburi olur.

Kvazi məhkəmə orqanları necə adlanmasından asılı olmayaraq, onların fəaliyyəti qanunvericiliklə nisbətən səthi tənzim olunur. Onların çıxardığı qərarlar-aktlar, adətən, məcburi deyil, tövsiyəedici olur, yəni həmin qərarın icrası məcbur deyil.

Konstitusiya nəzarəti və onun formaları sualına müxtəlif aspektdən yanaşdıq. Yəni Konstitusiya nəzarətini müasir sivil dövlətlərin hüquqi dövlət quruculuğu yolunda atdığı ən önəmli addım kimi hansı mahiyyətə malik olduğunun zəruriliyini bu sualla araşdırma bildik. Belə ki,

Konstitusiya nəzarətinin müxtəlif dövlətlərdə fərqli adla təmsil olunan səlahiyyətli dövlət orqanları tərəfindən həyata keçirildiyini və bu orqanların məhkəmə sisteminin tərkibinə daxil olduğunun şahidi olduq. Fransada bu səlahiyyət "Konstitusiya şurası" adlanan orqana (1958-ci ilin Konstitusiyasında təsdiq olunmuşdur), Azərbaycanda "Konstitusiya Məhkəməsi"nə, Amerika Birləşmiş Ştatlarında isə, "Ali Kassasiya İnstansiyası"na verildiyi məlumdur.

Eləcə də digər Roman-german və yaxud Anqlo-sakson hüquq sistemli ölkələrin konstitusion əsaslarında bu məsələyə müxtəlif aspektdə münasibət var. Yəni Konstitusiya nəzarətinin yüksək potensialı həlli qanunçuluğun tənzimi və tətbiqi prosesini asanlaşdırır. Konstitusiya nəzarətinin formaları bəzi dövlətlərin birbaşa Konstitusiyalarında əks olunmuş, bəzilərinə isə digər qanunvericilik aktlarında əks olunmuşdur. Bu məsələ Azərbaycan Respublikasının

Konstitusiyasında, həm də Konstitusiya Məhkəməsi haqqında Qanunda hüquqi tənzimlənməsini tapmışdır. Konstitusiya Məhkəməsi Konstitusiyamızda və adıçəkilən qanunda göstərilən müddəalara əsasən kollegial orqandır. Tərkibinə 9 hakim daxil olduğuna uyğun olaraq, onların səlahiyyət dairəsi müəyyənləşir. Digər dövlətlərdə isə, bu say tərkibi müxtəlif meyarlara görə fərqli şəkildə tənzimlənir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikası Konstitusiyası. Bakı, 2009-cu il.
2. Z.A. Əsgərov, E.H. Nəsirov "Konstitusiya hüququ". Dərslik Bakı 2006.
3. Боботов С.В. Конституционная юстиция (сравнительный анализ).
4. Конституционное (государственное) право зарубежных стран, Том 2. М., 1995.
5. Конституционное государство. Сборник статей. С-Петербург, 1905.
6. Конституционное право (учебник). М., Новый юрист. 1998.
7. Конституции зарубежных государств. Сборник. М., 1996.
8. Маклаков В.В. Конституционный контроль в буржуазных развивающихся странах. М., В ЮЗИ, 1988.
9. М.А.Нудель. Конституционный контроль в капиталистических государствах. М., 1968, с. 51-53.
10. Современное буржуазное государственное право. Критические очерки. 2. Основные институты. М., 1987. с.300.
11. Современные зарубежные Конституции. М, 1992.
12. Сравнительное конституционное право. М., МГП РАН, «Манускрипт», 1996.
13. Четверкин В.А. Демократическое конституционное государство: введение в теорию. ИГП РАН, 1993.
14. Решетников Ф.М. Правовые системы стран мира: Справочник, М., Юрид. Лит., 1993.
15. Чиркин В.Е. Конституционное право зарубежных стран. М., Юрист. 1997.

КОНСТИТУЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И ЕГО ФОРМЫ**И. Кулиев, Х. Мурсалова**

В статье детально рассматриваются основные особенности, включая понятия "конституционный контроль", органы, осуществляющие конституционный контроль, виды и формы конституционного контроля.

В статье были также отражены основные теории в сфере конституционного контроля, различные системы конституционного контроля, опыт стран, применяющих их и их сравнительный анализ.

Здесь также детально рассматриваются модели "Европа" и "Америка" конституционного контроля. Согласно каждой модели разные органы имеют уполномочия осуществлять конституционный контроль.

Необходимо отметить, что модель "Европа" конституционного контроля была применена в Азербайджане. Конституционный Суд реализует эту функцию в нашей республике.

Уполномочия (статья 130) этого судебного органа точно регулируются Конституцией Азербайджанской Республики.

CONSTITUTIONAL CONTROL AND ITS FORMS**I. Kuliev, H. Mursalova**

In the article are looked through in detail, basic peculiarities entering the conception of "constitutional control", organs implementing constitutional control, kinds and forms of the constitutional control.

In the article as well, basic theories in the area of the constitutional control, different systems of the constitutional control, experience of the countries applying them and their comparative analysis have been reflected.

Here also, model of "europa" and "america" is looked through of the constitutional control in detal. According to each model, different organs having authority implement constitutional control.

It is necessary to note that, "europa" model of the constitutional control has been applied in Azerbaijan. The Constitutional Court implements this function in our republic.

Authoriries (clause 130) of this law-court organ have been regulated in the constitution of the Azerbaijan Republic exactly.

«Mülki Aviasiya» redaksiya
heyəti tərəfindən baxılmış və
çapa icazə verilmişdir.

«Azərbaycan Hava Yolları»
Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti
Heydər Əliyev Beynəlxalq Aeroportunun
Poliqrafiya Mərkəzində çap olunmuşdur.
Tirajı 100 nüsxə.

Журнал «Ученые Записки» отпечатан
в Центре полиграфии
Международного Аэропорта Гейдар Алиев
Закрытого Акционерного Общества
«Азербайджан Хава Йоллары».
Тираж 100 экз.

Редакционный Совет
Глав. редактор, академик НАНА А.М. Пашаев,
зам. глав. редактора, проф. А.Р. Гасанов

Члены Редакционного Совета

Академик НАНА А.Ш. Мехтиев, академик НАНА А.Дж. Гаджиев, академик НАНА М.Ш. Шахтагтинский, член-корр. НАНА Б.Г. Тагиев, член-корр. НАНА Ф. Дж. Мамедова, член-корр. НАНА А. Меликов, проф. А.З. Бадалов, проф. А.М. Мамедов, проф. М.Х. Ильясов, проф. Р.А. Тагиев, проф. Н. Гасанзаде, проф. И.О. Гулиев, проф. М.А. Бабаев, д.т.н. Р.А. Садыгов, д.т.н. Т.И. Низамов, д.т.н. Р.М. Джафарзаде, д.т.н. О.З. Эфендиев, д.ф.-м.н. Ш.А. Ахмедов, д.т.н. Р.Н. Набиев
Технический редактор: к.ф.-м.н. А.М. Рамазанзаде; корректор: О.В. Алиева; составитель: Т.А. Кулиева

Рубрики журнала «Ученые Записки»

Для опубликования в журнал принимаются научные, оригинальные научно-популярные и обзорные статьи по темам: 1) Авиационная техника. 2) Наземные комплексы, стартовое оборудование, эксплуатация летательных аппаратов и их систем. 3) Авиационная электроника. 4) Аэронавигация, связь, аэронавигационные устройства и комплексы. 5) Наземное оснащение аэродромов, аэропортов. 6) Управление воздушным движением. 7) Метеорология. 8) Охрана окружающей среды. 9) Методология обучения, тренинг. 10) Экономика, менеджмент и право в авиации. 11) Проблемы безопасности на воздушном транспорте. 12) Компьютерная техника, информационные сети. 13) Материалы рекламного характера. 14) Общественные науки.

Размещение рекламы на страницах журнала осуществляется на платной основе.

Правила оформления статей в журнал «Ученые Записки»

Статьи принимаются на азербайджанском, русском или английском языках. Каждой статье должно предшествовать аннотация на том же языке, на котором написана статья. Представляемые к публикации статьи должны быть напечатаны через два интервала на белой бумаге формата А4, размер шрифта 12. Отступы: слева от края листа 3 см., справа 2 см., сверху 2 см., снизу 2 см. Объем статей: не более 10 страниц для оригинальных или обзорной статьи, и не более 4 страниц для короткого сообщения, включая рисунки, таблицы и литературу. Статьи представляются в 2-х экземплярах и электронном варианте, набранные в формате WIN.WORD. Рукописи статей не возвращаются авторам. Для авторов из других организаций статьи сопровождаются письмом и актом экспертизы из той организации, где они работают. Статьи рецензируются. Решения Редакционного Совета статья рекомендуется к публикации.

1. Каждая статья начинается с названия, фамилии авторов, названия организации, и краткой аннотацией на языке статьи объемом не более 5 строк через один интервал.

2. Ссылки на литературу:

- ссылки на литературу должны следовать в том порядке, в котором они появляются в статье.

Порядок цитирования:

- статьи в периодических журналах: фамилии авторов, название периодики, год публикации, том, номер страницы;

- книги и тезисы: фамилии авторов, название книги, место и год публикации, номер страницы.

3. Аннотация.

Аннотация на двух других языках должна быть напечатана на отдельном листе объемом не более 10 строк через один интервал.

4. Рисунки и фотографии.

Рисунки и фотографии с надписями и разъяснениями прилагаются отдельно. Размеры: не менее 6x6 см² и более 12x16 см². Координатные оси графиков должны содержать минимум чисел. Названия координатных осей должны быть написаны очень ясно. Каждая линия в графиках должна быть пронумерована и объяснена. Должно быть дано в подписях к рисункам.

5. Таблицы.

Таблицы должны быть напечатаны на отдельном листе. Они должны быть пронумерованы и озаглавлены.

Статьи, не удовлетворяющие этим условиям, не рассматриваются.

Журнал подготовлен к изданию в издательстве «Mülki Aviasiya» Национальной Академии Авиации.

Журнал «Ученые Записки» зарегистрирован в Министерстве Информации и печати в 1999 г. и включен в реестр Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики. Регистрационный номер 492.
Тираж 100 экз.

Адрес редакции:
AZ-1045, г. Баку, Бина, 25-й километр,
Национальная Академия Авиации.
Тел.: 497-26-00, доб. 21-85, 497-27-54.
E-mail: hasanov@naa.edu.az



www.naa.edu.az