

**FƏZA SƏCİYYƏLİ KİMYƏVİ TERMİNLƏR VƏ ONLARIN İZAHİ**  
**24. Qrafen**

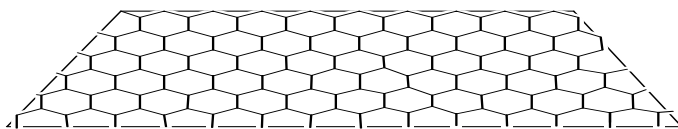
**M.S.SALAHOV, A.M.MƏHƏRRƏMOV,  
B.T.BAĞMANOV, M.İ.BAĞMANOVA**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*salahov\_mustafa@mail.ru*

*Məqalədə karbonun yeni allotropik forması – qrafen termini və onun rus və ingilis dillərində sinonimləri müzakirə edilmişdir.*

Biz əvvəllər yalnız karbon atomlarından ibarət fulleren birləşməsi haqqında və onunla bağlı fəza səciyyəli terminlərə aid bilgiler vermişdik [1,2].

Qeyd etmək lazımdır ki, son dövrlərdə karbon atomlarından ibarət yeni-yeni materialların kəşfi və bu materialların elmi-texniki tərəqqinin daha sürətlə inkişafına aparan yeni texnoloji proseslərin yaranmasına səbəb olması həm də yeni kimyəvi anlayışların meydana gəlməsini şərtləndirmişdir. Belə möcüzəli maddələrdən biri də son illərin mühüm kəşflərindən sayılan "qrafen" (rusca – "графен", ingiliscə "graphene") adlı yeni karbon şəkildəyişməsidir (rusca - "углеродная модификация", ingiliscə «carbon modification») [3].

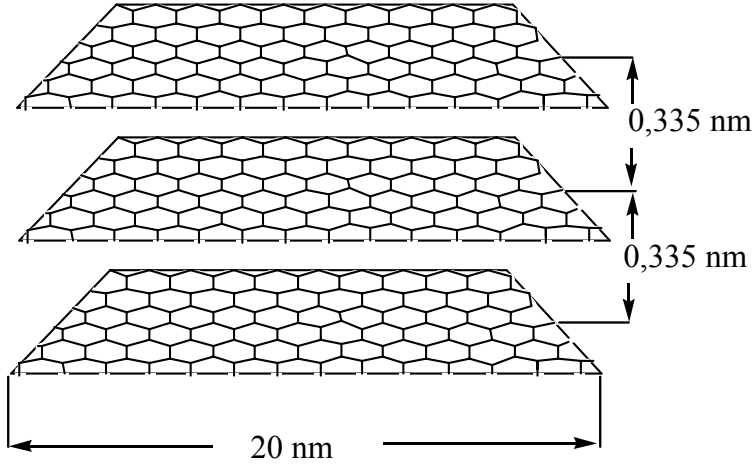
Qrafen termininin "qrafit" terminindən əmələ gəlməsi təsadüfi olmayıb, onları təşkil edən karbon atomlarının yaratdığı quruluşların oxşarlığı ilə bağlıdır. Belə ki, qrafit karbon atomlarının yaratdıqları müstəvi formalı kondensləşmiş altıüzvlü benzol həlqələrindən ibarət layların paralel olaraq üst-üstə düzülüşü olduğu halda, qrafen bunun bir layına uyğun gələn təkqat müstəvi quruluşdur (şəkil 1).



**Şəkil 1.** Qrafen.

Beləliklə, uzun illər hesab olunurdu ki, karbonun ancaq iki kristallik quruluşlu modifikasiyası – qrafit və almaz mövcuddur. Maraqlıdır ki, qrafit haqqında antik yazılarda heç bir məlumat verilmir, ancaq XVI əsrdə İngiltərədə təmiz qrafit yataqları tapılmış və buna "plumbago" (latınca "qurğuşun mineralı" rusca "свинцовая руда", ingiliscə "plumbaço") adı verilmişdir. 1779-cu ildə isveç kimyaçısı Karl Şeele göstərdi ki, "plumbago" qurğuşun deyil, karbondur. Sonralar alman geologu Abraham Qottalab Verner bu materialı «qrafit» yunanca "yazıram", (rusca "пищу", ingiliscə "qrafhen") adlandırmağı daha münasib bildi, çünki onunla indiki kərəndəşlər kimi yumşaq səthdə yazmaq olurdu.

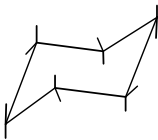
Qrafit quruluşlu karbon bəsit maddəsində kondensləşmiş benzol həlqələrindən ibarət bir neçə qat poliaromatik (rusca "полиароматические слои", ingiliscə "polyaromatic layer") layların bir-birinə paralel olaraq 0,335 nm məsafədə zəif Van-der-Vals qüvvələri (rusca "Ван-дер-Вальсовыe силы", ingiliscə "Waals forces") ilə xətti düzlənməsi təmin olunur. Təxminən 20 nm ölçüdə olan bu paralel düzlənmiş altıbucaqlı laylarda bir layın karbon atomları, digər layın altıbucaqlı həlqələrinin mərkəzinə doğru istiqamətlənmiş olurlar (şəkil 2).



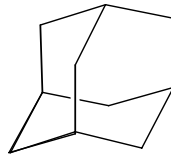
Şəkil 2. Qrafit.

Odur ki, ayrı-ayrı layların bir-birindən qopması, lay daxilində C-C  $sp^2-sp^2$  hibrid orbitalar hesabına yaranan kovalent rabitələrin (rusca "ковалентные связи", ingiliscə "covalent bond") qırılmasından qat-qat az enerji tələb edir və nəticədə zəif mexaniki təsirlə bu laylar, karandaş kimi, yumşaq səthə belə iz sala bilər.

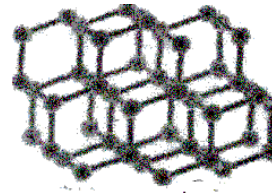
Almazın (ərəbcə «al-mas»- "çox sərt" (rusca "твердый", ingiliscə "hardest") quruluşuna gəldikdə isə, burada altıüzvli karbon həlqələri, qrafitdəkindən fərqli olaraq müstəvi şəkilli deyil, tsikloheksan molekulunda olduğu kimi, kürsü koformasiyası (rusca "кресло конформация", ingiliscə "chair conformation") [4] şəklində, karbon atomlarının tetradrik bucaq altında ( $109^{\circ}28'$ ), bir-biri ilə 0,154 nm məsafədə olmaqla birləşmiş olurlar.



tsikloheksanın kürsü konformasiyalı qrafiki təsviri.



adamantan



almaz

Karbonun almaz quruluşunda, həmçinin ideal tetraedrik ( $109^{\circ}28'$ ) bucaq saxlayan təkrarlanan adamantan fraqmentləri mövcuddur [4]. Adamantan termini yunanca – "adams" sözündən götürülmüşdür – "məğlubedilməz" (rusca "непобедимый", ingiliscə "invincible") deməkdir, çünki o qüvvətli oksidləşdiricilərə ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) qarşı belə davamlıdır. Almaz "izotrop"dur (rusca "изотроп", ingiliscə "isotrope"), yəni onun müxtəlif istiqamətlərdə xassələri eynidir. Buna səbəb isə karbon atomlarının tetraedrik bucaq ( $109^{\circ}28'$ ) altında digər karbon atomlarından eyni məsafədə yerləşməsidir (0,205 nm).

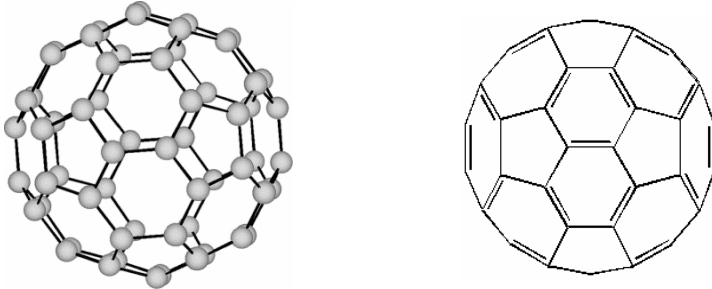
Beləliklə, qrafitdən fərqli olaraq, almaz həcmli fəzavi quruluşludur.

Karbon elementinin (rusca "элементарный углерод", ingiliscə "carbon element") üçüncü şəkildəyişmiş forması XIX əsrin 60-cı illərində kəşf olunmuş «karbindir» (rusca "карбин", ingiliscə "carbine").

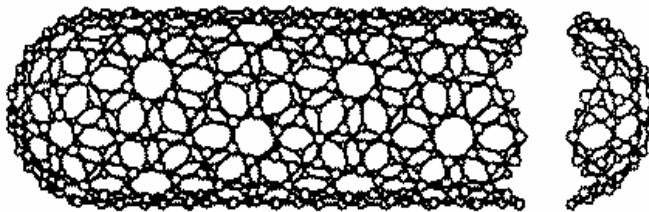
Karbin quruluşca qrafit və almazdan fərqli olaraq xətti şəkildə bir-biri ilə ardıcıl növbələşmiş sp-sp örtülməsindən yaranan kovalent rabitələrlə bağlı zəncirvari karbonun bəsit maddəsidir.

Karbin yüksək möhkəmliyə və keçiriciliyə malik, toz halında olan materialdır. Hazırda ondan təyyarələr üçün konstruksiya elementləri, raket mühərrikləri, güllə keçirməyən geyimlər üçün istifadə olunur. Hələ 1980-ci illərdə ABŞ-da karbin ipi əsasında toxunulmuş liflərin epoksid qətranıyla işlənməklə elə təyyarə hazırlanmışdır ki, o Yer kürəsi ətrafında birdəfəlik yanacaq doldurmaqla tam uçuşu təmin edə bilmişdir.

Karbonun daha bir maraqlı birləşməsi onun müstəvi və ya xətti birləşmələr halından fərqli olaraq yüksək reaksiyayaqabil, üzvi həlledicilərdə asanlıqla həll olan, içi boş, qapalı karbon qəfəslı fulleren [1] və nanoborucuqlu [2] birləşmələrdir:



**Fulleren  $\text{C}_{60}$**



**Nanoborucuqlar**

Qeyd olunduğu kimi bunlar haqqında biz əvvəllər müfəssəl məlumatlar vermiş və əlaqədar fəza səciyyəli terminlərə toxunmuşuq. Təkcə onu qeyd etmək kifayətdir

ki, bu sahə elm və texnikada kütləvi sıçrayışlar yaratmaqla bərabər çoxsaylı yeni terminlərin meydana gəlməsinə də səbəb olmuşdur. Bu terminlər "fulleren" və "nano" köklərə əsaslanan və asan anlaşılan terminlərdir (məs.: "fullurit", "nanotyublar", "nanoborucluqlar" və s.).

Hazırda məlumdur ki, bütün qrafitəbənzər (rusca "графитоподобный", ingiliscə "graphite like") karbon birləşmələri (fullerenlər, karbon nanoborucluqlar) qrafen layından ibarət müxtəlif quruluşlardır və qrafen layları onların yaranmasında keçid mərhələsi rolunu oynayır.

Qrafen laylarından ibarət kristal qəfəsləri özündə heç bir kənar quruluşlar saxlamayan "gərilməmiş" (rusca "гибкий", ingiliscə "flexible") xassəli düzülüşlərdən ibarətdir. Belə ki, onlar zəif fiziki qüvvə təsirindən asanlıqla "bükülə bilən" (rusca "деформация", ingiliscə "deformation") xassəli olduqlarından, müxtəlif fəzavi quruluşlar - nanoborucluqlar [2] və çoxtorlu karbon quruluşları yarada bilirlər.

Qrafenin olduqca yüksək elektrik keçiriciliyi (rusca "проводниковый", ingiliscə "conductive") onun ideal kristal qəfəsliliyi ilə bağlıdır, çünki belə quruluşda karbon atomlarının bir-birilə birləşməsi və başqa qarışıqlar saxlamaması elektronların sərbəst keçid hərəkətlərində əlavə maneələrə rast gəlməməsini təmin edir. Başqa sözlə onlar ideal "kvazi hissəciklər"ə (rusca "квазичастицы", ingiliscə "quazi particles") çevrilirlər. Belə olduqda elektronlar özlərini "sıfır kütləli" (rusca "нулевая масса", ingiliscə "zero mass") neytrino italyanca – «neutrino»- "balaca neytral" kimi aparır, yəni işıq sürətinə yaxın sürətlə hərəkət edirlər [3]. Odur ki, fiziklər elektronların qrafendə hərəkətini "sıfır kütləli" Dirak kvazihissəcikləri adlandırırlar, çünki ingilis fiziki Pol Dirak 1920-ci ildə onun adını daşıyan ehtimal nəzəriyyəsinə irəli sürmüşdür ki, elektronların qrafendə hərəkətini klassik mexanika çərçivəsində şərh etmək mümkün deyildir. Beləliklə, qrafen quruluşlu karbon birləşməsinin meydana çıxması, nəinki yeni texniki nailiyyətlər yaratmağa qadirdir, hətta digər nəzəri problemlərin kvant elektrodinamikasının (rusca "квантовая электродинамика", ingiliscə "quantum electrodynamics") qeyri-adi effektlərinin (rusca "необычные эффекты", ingiliscə "unusual effects") nümayiş etdirilməsinə gətirib çıxarmaqdadır.

Hazırda qrafenin sənaye üsulu üzrə istehsalı sahəsində geniş iş aparılır. İndilikdə tozvari qrafeni böyük miqdarda istehsal etmək texnologiyası fəaliyyət göstərir. Lakin qrafen lövhələrinin alınması baha başa gələn bir prosesdir. Avropa və ABŞ texnoloji institutlarında (Corciya, Koliforniya, Berkli) qrafen lövhələri silisium karbid üzərində çökdürməklə onun yarımkeçiricilər sahəsində işlədilməsini həyata keçirməkdədirlər. Nəticədə spin klapanı ilə işləyən tranzistorlar (rusca "транзисторы со спиновыми клапанами", ingiliscə "transistors with spin valves") və "ifrat həssas kimyəvi detektorlar" (rusca "сверхчувствительные химические детекторы", ingiliscə "super-sensitive chemical detectors") yaradılacaqdır. Bu həm də zərif lövhələrin tətbiqi nəticəsində "maye kristal günəş elementləri displeylərinin" (rusca "дисплеи жидких кристаллов солнечных элементов", ingiliscə "display of liquid crystals of sun elements") yaranması üçün böyük perspektivlər açır.

## **ƏDƏBİYYAT**

1. Salahov M.S., Əfəndiyev A.A., Məhərrəmov A.M., Allahverdiyev M.A., Salahova R.S., BDU Xəbərləri, №1, 2003, s. 15-24.
2. Salahov M.S., Əfəndeyev A.A., Məhərrəmov A.M., Salahova R.S. İzahlı fəzavi kimyəvi terminlər (1 kitab), Bakı: Elm, 2006, s.61-62.
3. Андрей Гейм и Филлип Ким. Углерод-страна чудес. В мире науки, 2008, №7, с.35.
4. Хайни Раубах. Загадка молекул. Л.: Химия, 1979, с.49.

## **СТЕРЕОСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ТОЛКОВАНИЕ 24. ГРАФЕН**

**M.S.SALAKHOV, A.M.MAHARRAMOV, B.T.BAGMANOV, M.I.BAGMANOVA**

### **РЕЗЮМЕ**

В статье приводятся толкование терминов по новой аллотропической форме углерода-графена на азербайджанском языке и их синонимы на русском и английском языках.

## **STEREOSPECIFIC CHEMICAL TERMS AND THEIR INTERPRETATION 24. GRAPHENE**

**M.S.SALAKHOV, A.M.MAHARRAMOV, B.T.BAGMANOV, M.I.BAGMANOVA**

### **SUMMARY**

The paper presents the interpretation of terms on a new allotropic form of carbon-graphene in Azerbaijan and their synonyms in the Russian and English languages.