

UOT: 53.

ŞAR ŞƏKİLLİ ŞİMŞƏYİN YARANMASININ FİZİKİ MEXANİZMİ¹*Zərbəliyeva Vüsala Sirac qızı*, ¹*Paşayeva Rüxsarə Vahid qızı*,*Əliyeva Şərabani Cəmaləddin qızı*¹*Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti*²*Gəncə Dövlət Universiteti**tunzalehuseyinova70@gmail.com*

Xülasə: Şar şəkilli şimşəyin maqnit və elektrik sahələrinin toplanmış enerjisi, onun dağılması zamanı istilik şəklində ayrılaraq bilər, güclü cərəyan impulsu yarana bilər, vakuum bombası kimi işləyə bilər. Şar şəkilli şimşək nadir hadisədir və onun Yer atmosferində baş verməsi üçün xüsusi şərtlər lazımdır. Onu laboratoriyada almaq üçün zəif maqnit sahəsinin olması, güclü elektrik sahəsinin yaradılması, plazmanın uzun müddətli olması gərəkdir.

Açar sözlər : şar şəkilli şimşək, enerji, maqnit sahəsi, elektrik sahəsi, elektrik cərəyanı

Ключевые слова: шаровая молния, энергия, магнитное поле, электрическое поле, электрический ток

Key words: ball lightning, energy, magnetic field, electric field, electric current

Yüz illər ərzində bütün dünyada bir çox tədqiqatçılar şar şəkilli şimşəyin (ŞŞ) sirlərini açmağa cəhd etmişlər, lakin onun təbiəti hələ də sirr olaraq qalır. O.Barrinin əsərində [1], şarşəkilli şimşəyin sirlərini öyrənməyə cəhd etmiş dörd yüzə yaxın müəllifin adı çəkilir. Onlar arasında Lomonosov və Rixman (1753), Teyt (1880), Rimman (1897) kimi tədqiqatçılar olmuşlar. Şarşəkilli şimşəyin təbiətinin az və ya çox dərəcədə reallığa yaxın olan hipotezlərini söyləyən müəllifin işləri xüsusi maraq kəsb edir. Onlardan ŞŞ – nin seyrəkləşmiş qazda yüksəkvoltlu elektrik boşalması olduğunu qeyd edən Rabatı ; xətti şimşəyin gözəgörünməz kanalı ilə qidalandığını söyləyən Kapitsanı [2]; qabarcıqlar şəklində yaranmış yüksəkmolekullu nazik təbəqə olduğu nəticəsinə gələn Staxanovu [4], göstərmək olar.

1975 – 1977 – ci illər ərzində Staxanov, ŞŞ bağlı hadisəni görən insanlara müraciət etmiş və onların yazılı olaraq göndərdikləri məlumatları işləyərək belə bir nəticəyə gəlmişdir : “ŞŞ reallığı” heç bir şübhə yaratmır, lakin onun mənşəyi barədə sual hələdə açıq qalır. Bu, söylənilən hipotezlərdən hər hansısa birinin təcrübədə reallaşana qədər davam edəcəkdir. ŞŞ görən insanların təsvir etdiklərindən bir neçəsini göstərək :

1) Metal əşyaların əriməsinin əlamətlərinə, qabdakı suyun qızmasına, dağıntı zamanı ağacların yanmasına görə ŞŞ, temperaturu geniş intervalda 500 – 1500⁰C dəyişən plazmadır

2) ŞŞ onu ətraf mühitdən ayıran dəqiq sərhədə malik şarşəkilli işıqlanan varlıqdır. Onun hərəkəti, havada sərhədinin pozulmasına səbəb olmur. ŞŞ – nin pərdəsi güclü deformasiya şəraitində dayanıqlı və elastikidir (deşikdən keçə bilər) və sonra tez tam bərpa olunur

3) Həmin ölçü və kütlədə olan adi cismin malik ola bilməyəcəyi böyük qiymətdə elektrik yükünə malikdir (onun gücü insanı, heyvanı öldürməyə, böyük cərəyanın qısa qapanmasında olduğu kimi, elektrik qurğularının daxilindəki naqilləri əritməyə kifayət edir)

4) 1 saniyədən 2 dəqiqəyə qədər anomal yaşama müddətinə malikdir. Bu müddət adi plazmada təxminən 10⁻³ saniyə təşkil edir

5) ŞŞ elə formada hərəkət edir ki, həmin hərəkətə əsasən belə bir nəticə çıxarmaq olur : onun hərəkəti təkcə küləyin istiqamətindən deyil, daha çox maqnit sahəsinin intensivliyindən asılı olur. Belə ki, o ya aşağı intensivlikli oblasta doğru itələnir, ya da maqnit sahəsinin ekvipotensial xətləri üzrə hərəkət edirlər

Şar Şəkilli Şimşəyin (ŞŞ) kvant təbiətinin hipotezi

Şar şəkilli şimşəyin dağılmasını aşağıdakı hadisələr müşayiət edir : ŞŞ – nin dağılması partlayış, böyük cərəyanlar, istilik enerjisinin ayrılması. İstilik enerjisi, ŞŞ uzun müddət mövcud olduqca saxlanılır. ŞŞ –nin xassələrini və Yerin elektrik və maqnit sahələrinin xarakteristikalarını analiz edərək ŞŞ təbiəti haqqında yeni hipotez təklif etmək olar

Xətti şimşəyin şaquli vəziyyətdən meyli həmişə müşahidə olunur. Bu ona görə baş verir ki, atmosferin kimyəvi tərkibi qeyri – bircins olduğundan, onun keçiriciliyi qeyri – bərabər paylanacaqdır. Həmçinin, əsas şimşək kanalından yana qollar açıldığını və ani olaraq atmosferdə yox olduğunu görmək olar. Onlardan bəziləri ŞŞ yaranması üçün əlverişli şəraitə düşürlər. Xətti şimşəkdən meyl, şimşəyin yerin səthinə, ağaca və ya elektrik xətləri dayaqına zərbəsi zamanı da baş verə bilər. Bu zaman nə baş verir?

Şaquli vəziyyətdən xətti şimşəyin meyli zamanı şərq və ya qərb istiqamətlərində o, Yerin çarpazlaşmış elektrik və maqnit sahələrinin təsiri altına düşür. Şimşəyin kanalında plazmanın elektronları maqnit sahəsinin təsiri altında larmor radiusu üzrə fırlanaraq (Lorens qüvvələrinin təsiri altında), eyni zamanda müsbət ionlar buludunun hüdurlarından kənarda plazmanın elektrik sahəsi tərəfindən vurulub çıxarılır. Əgər bu zaman ionlar və elektronlar arasındakı elektrostatik cəzbətmə qüvvələri mərkəzəqəçmə qüvvələrinə bərabər olarlarsa, onda elektronlar ionlar buludunun ətrafında dayanıqlı kvantlanmış orbitlərə düşürlər və onu maqnit sahəsində sıxırlar.

Belə uzun ömürlü varlıqlar, toplanmış ehtiyat enerjisinin qiymətlərinin böyük spektrinə malik ola bilərlər. Onun ən nəzərəcarpan hissəsi bölünmüş yüklərin potensial elektrostatik enerjisi təşkil edir.

Şar şəkilli şimşəyin fərz olunan modelinin Yerin atmosferinin şəraiti ilə necə uyğunlaşdığına baxaq. Yerin maqnit sahəsinin qüvvə xətləri şimaldan cənuba doğru yönəlmişdir. Onun maqnit induksiya $3 \cdot 10^{-5} \div 7 \cdot 10^{-5} \text{ Tl}$ (tesla) intervalında dəyişir. Şaquli yönəlmiş elektrik sahəsinin intensivliyi $2,5 \div 130 \text{ V/m}$ intervalındadır və tufan vaxtı daha böyük qiymətlərə çatı bilər.

Müşahidə olunan ŞŞ – nin daha geniş yayılmış halı üçün 10 sm diametrli orbitlərində təbəqələrin tarazlıq şərtini hesablayaraq aşağıdakı nəticələri alırıq : orbitlərdə elektronların sürəti 80 m/san; elektronların 80 m/san sürətində 5 sm larmor radiusunun almaq üçün maqnit induksiya 10^{-8} Tl olmalıdır (Yerin maqnit sahəsi ilə müqayisə edin – $3 \cdot 10^{-5}$). Beləliklə ŞŞ – nin yaranması üçün xətti şimşəkdə elektronların sürətinin xeyli yavaşması Yerin maqnit induksiyaşının isə güclü zəifləməsi lazımdır.

Xətti şimşəyin qolunun əsas kanaldan meyli zamanı elektronların sürətinin yavaşması tam olaraq mümkündür. Maqnit induksiyaşının zəifləməsinə gəldikdə isə, o burulğanlı maqnit sahəsinin təsirinin nəticəsi kimi, xətti şimşək kanalının yaxınlığında baş verə bilər.

Hesablamalar həmçinin göstərir ki, ŞŞ – nin bir elektron təbəqəsinin yaranması üçün təxminən $2 \cdot 10^9$ elektron lazımdır (Pauli prinsipinə əsasən). ŞŞ – in Yerin maqnit sahəsinə nəzərən dayanıqlı olması üçün isə təxminən 10^3 sayda elektron təbəqəsi lazımdır. Bu halda plazma təxminən 1% təşkil edir ki, bu da belə temperaturlarda tam olaraq realdır. Materianın, yüklərin və müsbət ionlar buludunun ətrafındakı təbəqələrdə elektronların hərəkəti ilə dayanıqlı konfigurasiyanın yaranması ilə nail olunan halı, artıq plazma adlandırıla bilməz, belə ki, onun kvazineytrallığı pozulmuşdur. Bununla eyni zamanda, dağıldığı zaman ŞŞ yenidən plazma halına keçir. Bu zaman, elektrik sahəsinin işinin, yüklərin ayrılmasının potensial enerjisi və orbitlərdə elektronların hərəkətində toplanmış istilik enerjisi ayrılır.

Əgər elektron təbəqələrinin qalınlığı (miqdarı) nəzərəcarpacaq dərəcədədirsə, onda ionlardan ibarət olan nüvənin xarici təbəqələrdə əlaqəsi zəifləmiş olur və onlar naqilə toxunduqda güclü impuls cərəyanı yarada bilərlər. Bu zaman ŞŞ əvvəlcə boşalır, sonra isə həmin yükü geri alır. Onun tam dağılması zamanı da həmçinin ikiqat cərəyan impulsu yaranır

: əvvəlcə elektron təbəqələri boşalır, sonra isə “nüvə”dən olan ionlar həmin elektronları geri alır.

Bundan başqa ŞŞ vakuum bombası kimi də işləyə bilər. Məsələn burasındadır ki, həm daxilindəki, həm də xaricdəki atom və elektronlar üçün keçilməz əngəl olan elektron təbəqələri daxilindəki atom və ionların başlanğıc temperaturu, şüalanma itkisi səbəbindən çox saxlanıla bilməz. Bu zaman təbəqə daxilində baş verən boşalma, təzyiqlər fərqi onu dağıdanadək artacaqdır. Əgər təbəqənin qalınlığı çox da böyük olmazsa, bağlanma partlayış xarakteri olacaq və güclü dağıntı yaradacaqdır.

ŞŞ – nin kimyəvi tərkibinin mümkün ola bilən müxtəlifliyini göstərmək lazımdır (bunu şüalanmanın rəngi açıq göstərir). Xətti Şimşəkdə elektronların sürəti geniş diapazonda dəyişir. Deməli, plazmanın temperaturu da müxtəlif qiymətlərə malikdir ki, bu da öz növbəsində hansı qazların atomlarının ŞŞ – nin yaranmasında iştirak etdiyi müəyyən edir.

Beləliklə, şar şəkilli şimşəyin yaranması üçün Yer atmosferində xüsusi ilkin şərtlərin olması tələb olunur, ŞŞ birincisi kifayət qədər nadir hadisəsidir ; ikincisi onu heç olmasa təsadüfi də olsa laboratoriyada almaq mümkün olmamışdır. Onu laboratoriya şəraitində almaq üçün bir sıra mühüm şəraitlərin yaradılması lazımdır :

- Plazmanın hərəkətinin eninə zəifləmiş maqnit sahəsinin olması ;
- Maqnit sahəsi və plazmanın hərəkət istiqaməti ilə çarpazlaşdırılmış güclü elektrik sahəsinin yaradılması ;

- Plazmanın yaşama müddətini o qədər uzatmaq ki, o elektronların elektrik sahəsinin təsiri altında təbəqəyə düşənədək axın üzrə hərəkət müddətindən böyük olsun ;

- Çarpazlaşdırılmış maqnit və elektrik sahələrində hərəkət edən plazmanın yaradılması.

Bunun üçün xüsusi laboratoriya qurğusu (məsələn, V.Q.Çeysin və Q.K.Muranın “Partlayan naqillər” kitabında təsvir olunana bənzər) və kiçik ərimə, buxarlanma cə ionlaşma işinə malik aşqarlanmış material (aşqarlı metal) lazımdır.

Ədəbiyyat

1. Дж.Барри. Шаровая молния и четочная молния. Пер.анг.Мир.М. 1983
2. Каница П.Л. О природе шаровой молнии. Дока А.Н. СССР. Г.101.№2.стр.245. 1955
3. Смирнов Б.М. Процессы в шаровой молнии. Ж.Техн. физ. Т.47. стр.814. 1977
4. Стаханов. О физической природе шаровой молнии. Энергоатомиздат. М.1985
5. Взрывающие проволочки. Сб. под.ред. В.Г.Чейса и Г.К.Мура. пер. с англ.яз. Изд.ин.ты. М.1963

ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

¹*Зарбалиева Вусала Сирадж кызы., ¹Пашаева Рухсара Вахид кызы,*

²*Рустамова Самира Камандир кызы*

Резюме

Физической механизм образования шаровой молнии. Законсервированная энергия магнитного и электрического полей им может выделяться в виде тепла, может создавать мощный импульс шока, может работат как вакуумная бомба. Шаровая молния редкое явление и для ее появление в атмосфере Земли, требуется особые условия. Чтобы получит шаровую молнию в лаборатории требуется ослабленное магнитное поле, создание сильного электрическое поле, удлинение времени жизни плазмы.

PHYSICAL MECHANISM OF BALL LIGHTNING FORMATION**¹Zarbaliyeva Vusala Siraj, ¹Pashayeva Rukhsara Vahid,****²Rustamova Samira Cammander****Summary**

Physical mechanism of ball lightning formation. The conserved energy of magnetic and electric fields can be released as heat, can create a powerful shock impulse, can work as a vacuum bomb. Ball lightning is a rare phenomenon and for its appearance in the Earth's atmosphere, special conditions are required. To obtain ball lightning in the laboratory, a weakened magnetic field is required, a strong electric field is created, and the plasma lifetime is extended.

Rəyçi: Fizika kafedrasının dosenti, f.f.d. İmanov Rizvan Məhəmmədli oğlu
Daxil olma tarixi 27 iyun 2025-ci il