

STUDIUL FENOMENULUI TUNGUSK

AUTOR: LABĂU VASILE

I. DESCRIEREA FENOMENULUI

În zorii zilei de 30 Iunie 1908, marinarii de pe câteva nave care pluteau pe Oceanul Indian au zărit un obiect uriaș aflat pe o traiectorie care traversa bolta cerească, îndreptându-se către Asia.

Scurtă vreme după aceea, țăranii din nordul Indiei au observat și ei ciudatul obiect venit de undeva din cosmos și care acum devenise strălucitor, pentru ca apoi să dispară dincolo de vârfurile înalte ale munților Himalaya. Era momentul când, datorită frecării cu învelișul atmosferic al Pământului, la suprafața ciudatului obiect s-a dezvoltat o temperatură ridicată.

În dimineața acelei zile, oamenii din satele și târgurile din regiunea siberiană Tunguska au fost treziți de șuieratul asurzitor al ciudatului obiect ceresc. Pe cerul acelei dimineți, au văzut căzând un obiect foarte strălucitor și de dimensiuni impresionante. La ora 7,17, platoul siberian central, prin care curge râul Tunguska, s-a cutremurat sub impactul unei explozii atât de puternice, încât Centrul Seismologic din Irkutsk, situat la 900 km spre sud, a înregistrat oscilații de proporțiile unui cutremur de grad relativ înalt (5). Explozia a putut fi văzută de la o distanță de 800 km și auzită de la 1000 km.

Explozia din regiunea Tunguska a făcut obiectul a numeroase cercetări și publicații. Descrieri detaliate ale acestui fenomen și ale efectelor lui au fost făcute în cartea lui Horia Matei *Enigmele Terrei* [1] și în revista *Die Sterne* [2,3].

Din descrierea făcută, rezultă că unda de presiune a exploziei a înconjurat Pământul. Unda termică a exploziei s-a manifestat cu mare intensitate la Vanavara, localitate situată la 65 km spre sud de locul exploziei, unde, pentru a se proteja de aerul fierbinte, oamenii și-au acoperit fața cu mâinile.

Unda de aer încins a ridicat nori de praf, a smuls acoperișuri de case, a ridicat oameni și i-a trântit la pământ la câțiva metri distanță. Explozia a provocat perturbații ale câmpului magnetic. Ea a provocat de asemenea unele fenomene meteorologice: rafale de vânt puternice, simțite la distanța de 600-700 km, mase întunecate de nori groși ridicate până la 20 km altitudine și o ploaie „neagră” provocată de cicloul apărut, care a aspirat tot ce i-a stat în cale.

Noaptea, la altitudini mai mari, au apărut unele efecte optice de o rară frumusețe. Nori masivi, radiind o luminiscentă nocturnă ciudată, de intensitate mare și de durată relativ mare, se întindeau până la latitudini sudice (Spania). Orizontul nordic prezenta o iluminare roșie puternică. Această colorație în roșu era înconjurată de porțiuni ale cerului colorate în oranj, galben sulfuros și verzui. Sectorul cel mai luminos depășea în strălucire Steaua Polară. Luminozitatea neobișnuită făcea posibil ca în plină noapte să se poată citi ziarul sau să se facă fotografii. Vreme îndelungată, pe cerul Europei s-au observat nori de praf.

Pentru explicarea fenomenului Tungusk sunt foarte importante constatările făcute la fața locului și relatările martorilor oculari. Geofizicianul Leonid Kulik, care a aflat despre eveniment din ziare și dintr-o filă de calendar, a întreprins, mult mai târziu, mai multe expediții. În cursul acestor expediții, el a aflat că explozia s-a produs în apropierea râului Tunguska și a provocat incendii uriașe, care au durat mai multe zile. Explozia a produs de asemenea distrugerea taigalei pe întinderi foarte mari. Zona devastată

avea o formă triunghiulară rotunjită și se întindea pe aproximativ 2000 de km pătrați. Pe întinderi mari ale ariei devastate, copacii aveau o orientare radială, iar în epicentrul exploziei s-a constatat existența unei păduri cu copacii desfrunziți, decojiți și carbonizați superficial, dar în poziție verticală — pădurea de „stâlpi de telegraf”. Explozia a avut de asemenea unele efecte ecologice. Ulterior, în regiunea în care s-a produs fenomenul, s-a constatat o creștere puternică a vegetației. Un lucru remarcat de unii cercetători ai fenomenului Tungusk este faptul că, în afară de mici particule sferoidale de silicați și magnetite găsite la locul exploziei, nu s-au găsit fragmente (oricât de mici) ale materiei din care era constituit corpul care a explodat. Această constatare arată că, în timpul exploziei, materialul din acel corp s-a transformat în vapori și gaze. În zona centrală a exploziei, datorită depunerilor ulterioare (sub formă de vapori) provenite din corpul respectiv, s-a produs o poluare puternică cu produse ale exploziei, care a făcut posibilă apariția unei anomalii în ceea ce privește conținutul de elemente chimice. În stratul de turbă, aflat la suprafață în anul 1908 în momentul exploziei, s-a găsit un conținut anormal de elemente fuzibile și elemente volatile: elemente alcaline (sodiu, potasiu, rubidiu), zinc, plumb, mercur, brom, stibiu, staniu, fier, calciu. Proporția în procente era: Na (50), Zn (20), Ca(10), Fe (7,5), K(5). Se afirmă că această compoziție, cu totul neobișnuită, a corpului (cosmic) este oarecum apropiată de aceea a meteoriților conhidrici cărbunoși.

Pentru înțelegerea fenomenului Tungusk sunt foarte importante, de asemenea, relatările maritorilor oculari. Cei care au văzut bolidul în timpul zborului au declarat că acesta avea dimensiuni cu totul impresionante și o formă cilindrică, era un obiect „alungit”, strălucind într-o nuanță alb-albăstruie. Lângă Kansk, pasagerii unui tren au văzut un obiect zburător, mai luminos decât Soarele, înconjurat de un halo violet.

De la unul din locuitorii Vanavarei, bătrânul S. B. Semenov, care, în dimineața când s-a produs explozia, ședea pe prisma casei sale, Kulik a obținut următoarea relatare: „arșița era atât de puternică, încât nu am mai fost în stare să rămân unde simțeam că de parcă îmi luase foc cămașa și-mi ardea spinarea. Am văzut un uriaș glob de foc care acoperea cea mai mare parte a cerului.”

În legătură cu natura și cauzele exploziei din regiunea Tunguska, au fost emise un număr mare de ipoteze, mai mult sau mai puțin credibile, descrise în publicațiile amintite anterior. La început, cea mai răspândită teorie a fost aceea a lui Kulik, care credea că fenomenul se datorează căderii și impactului cu Pământul a unui meteorit gigant, asemănător cu cel care a căzut în Arizona.

Această ipoteză a fost ulterior abandonată, din lipsa craterului principal și a oricăror fragmente de meteorit la fața locului.

Potrivit altor ipoteze, fenomenul Tungusk se poate datora exploziei în atmosferă a unui meteorit sau a unei comete alcătuite din corpuri gazoase. Alte ipoteze mai fanteziste susțin că fenomenul se datorează impactului cu Pământul al unui meteor de antimaterie, al unei găuri negre (*black hole*) minuscule, a unei sonde interstelare, sau chiar materializării unui fascicul laser trimis de alte civilizații. Una dintre ipoteze susține că fenomenul se datorează exploziei, în timp ce încerca să aterizeze, a unei nave extraterestre cu propulsie nucleară, venită de pe alți aștri. Alte ipoteze susțin că fenomenul s-ar datora căderii și impactului cu Pământul a unui bloc gigantic alcătuit din sodiu (Na), adică o „bombă de sodiu”, sau ricoșeului unui meteorit. Ipoteze mai recente susțin că fenomenul Tungusk se datorează exploziei (chimice) a unei pungi de gaz provocate de un meteorit sau de un fragment de asteroid.

II. STUDIUL FENOMENULUI

După cum rezultă din expunerea anterioară, există un număr destul de mare de ipoteze, mai mult sau mai puțin credibile, care încearcă să explice fenomenul tungus. Sub forma emisă, niciuna dintre ipotezele amintite nu este satisfăcătoare, deoarece nu reușește să explice (decât parțial) diferitele aspecte ale fenomenului.

După cunoștințele mele, încă nu există o teorie care să explice suficient de bine aspectele multiple ale fenomenului.

În cele ce urmează, sunt prezentate cele mai importante rezultate ale cercetărilor personale, efectuate timp de mai mulți ani, asupra acestui fenomen.

1. PUTEREA EXPLOZIEI

Fenomenul Tungusk se datorează exploziei în atmosferă, la o oarecare altitudine (6000 de metri), a unui corp cosmic a cărei traiectorie a intersectat traiectoria Pământului. Puterea exploziei din regiunea Tunguska a fost determinată luând în considerare distanțele D_1 , D_2 până la care s-au manifestat direct efectele termice (aprindere spontană, carbonizare etc.) la explozia bombei atomice și respectiv la explozia obiectului tungus. La Hiroșima, tot ce era de lemn a fost incendiat pe o rază de o milă (1,60934 km), iar în platoul Tunguska, până la 8 mile de la locul exploziei.

Puterea P_2 a exploziei din regiunea Tunguska, exprimată în bombe atomice (BA), s-a stabilit în comparație cu puterea P_1 a bombei atomice luate ca unitate, folosind relația:

$$P_2 = \frac{P_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2}{e^{-\alpha}}, \text{ unde } \alpha = k(D_2 - D_1) \quad (1)$$

$$D_1 = 1,60934 \text{ km,}$$

$$D_2 = 12,87472 \text{ km,}$$

$k = 0,2 \text{ km}^{-1}$, k este coeficientul de atenuare a radiațiilor (termice) în aer.

Puterea P_2 a exploziei din regiunea Tunguska, calculate cu relația (1) este:

$$P_2 = 609,085849 \text{ (BA).}$$

Puterea bombei atomice este de $8,36 \times 10^{13} \text{ J}$.

Luând în considerare faptul că puterea nominală a unei bombe atomice este de 20 de kilotone de trinitrotoluen (TNT) iar o kilotonă este echivalentă cu $4,18 \times 10^{12} \text{ J}$, rezultă că puterea P_2 exprimată în unități de energie este: $W = 5,0919576 \times 10^{16} \text{ J}$.

Puterea P_2 exprimată în tone de TNT este de 12×10^6 tone, adică 12 megatone.

2. RAZA MAXIMĂ A GLOBULUI DE FOC

Fenomenul Tungusk a fost asimilat de către autor cu apariția în apropierea Pământului a unui mic „soare”, un glob de foc caracterizat de o luminozitate și strălucire dată. Fenomenul s-a datorat exploziei la altitudine a unui corp cosmic a cărei traiectorie a intersectat traiectoria Pământului. Explozia a provocat pulverizarea corpului cosmic și transformarea materiei acestuia într-o plasmă (gaz) sub forma unui glob de foc, având presiunea și temperatura ridicate. Datorită expansiunii puternice a plasmei în timpul exploziei, dimensiunile globului de foc au ajuns la valori impresionante.

O primă evaluare a razei maxime a globului de foc a fost făcută considerând că puterea P_2 a exploziei Tungusk poate fi aproximată prin raportul dintre luminozitatea L_2 a globului de foc rezultat la explozia obiectului Tungusk și luminozitatea L_1 a globului de foc rezultat la explozia bombei atomice:

$$P_2 = \frac{L_2}{L_1}.$$

Luminozitatea L este cantitatea totală de energie emisă de globul de foc în timp de o secundă.

Ea este dată de relația :

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad (2)$$

$$P_2 = \frac{4\pi R_2^2 \sigma T_2^4}{4\pi R_1^2 \sigma T_1^4} = 609,085849 \text{ (BA)} \quad (3)$$

unde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ Watt/m²k⁴;

R_2 este raza maximă a globului de foc la explozia Tungusk;

$R_1 = 134,42$ m, este raza maximă a globului de foc la explozia bombei atomice;

T_2 este temperatura globului de foc la explozia Tungusk;

T_1 este temperatura globului de foc la explozia bombei atomice.

Din relațiile martorilor oculari, rezultă că lumina globului de foc la explozia Tungusk avea culoarea albă a zilei. Din cunoștințele actuale, și în cazul bombei atomice lumina avea culoarea albă a zilei.

În aceste condiții, din relația (3) se obține:

$$T_2 = T_1$$

$$R_2 = R_1 \times \sqrt{P_2} = 3317 \text{ m} \quad (4)$$

Din relația (4) se poate determina raza maximă R_1 a globului de foc rezultat la explozia bombei atomice.

Raza maximă ($R_M = R_2$) a globului de foc rezultat la explozia Tungusk a fost determinată folosind următoarea formulă [4]:

$$R_m = 77y^{\frac{2}{5}} \quad (5)$$

$$\text{Unde } y = \frac{W}{Kton},$$

$$W = 5,0119576 \times 10^{16} \text{ (J)}.$$

W este energia totală eliberată la explozia Tungusk.

1 Kton = $4,18 \times 10^{12}$ (J) este energia eliberată la explozia unei kilotone de trinitrotoluen (TNT).

Cu aceste date, s-a obținut $R_m = 3317$ m.

3. VITEZA ȘI MASA CORPULUI COSMIC

În timpul zborului prin atmosferă cu viteză supersonică, la peretele corpului cosmic și în jurul lui s-a dezvoltat o temperatură T foarte mare. Din cauza acestei temperaturi, o parte din materia corpului cosmic aflată la suprafața lui s-a transformat într-un plasmoid de vapori și gaze incandescente, care a însoțit corpul cosmic în zborul prin atmosferă. Acest plasmoid a emis lumina alb-albăstruie descrisă de martorii oculari care au văzut obiectul în timpul zborului. Această lumină este foarte apropiată de lumina albă a zilei, care are lungimea de undă $\lambda = 5000\text{\AA}$ și se găsește în mijlocul spectrului vizibil. Temperatura T a plasmoidului în timpul zborului a fost determinată din legea lui Wien:

$$\lambda T = b \quad (6)$$

unde $b = 0,28978$ cm este constanta lui Wien.

Pentru $\lambda = 5000\text{\AA}$ din relația (6) se obține $T_c = 5795$ K°.

Această temperatură corespunde mijlocului spectrului vizibil și este numită de către autor „temperatura centrală”. Legătura dintre temperatură și viteza V a corpului cosmic în momentul exploziei este dată de relația [5].

$$T_m = T \times \left[1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2 \right] \quad (7)$$

unde $\gamma = 1,4$ este exponentul adiabatic al aerului, T este temperatura aerului la altitudinea exploziei. În această formulă,

$$M = \frac{V_m}{V_s}$$

este raportul dintre viteza corpului cosmic și viteza sunetului la altitudinea exploziei. Am considerat că explozia din regiunea Tunguska s-a produs la altitudinea de 6000 m. La această altitudine, temperatura T a mediului a fost de 235,22 K°. Viteza sunetului la altitudinea exploziei a fost calculată cu formula următoare:

$$V_s = \left(\frac{\gamma TR}{M} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

În această formulă, $M = 28,96$ kg/kmol este masa moleculară a aerului.

Viteza sunetului la această altitudine calculată cu formula (8) a fost $V_s = 307,44$ m/s.

Martorii oculari au afirmat că lumina care a însoțit corpul cosmic în zborul său era alb albăstruie. Lângă Kansk, pasagerii unui tren au văzut un obiect zburător mai luminos decât soarele, înconjurat de un halo violet. Acest halo violet care a înconjurat corpul cosmic în timpul zborului poate fi atribuit spectrului vizibil cu lungimea de undă 4000 Å°. Temperatura care corespunde acestei lungimi de undă este $T_m = 7244,5$ K°.

Temperatura $T = 234,825$ K° corespunde altitudinii exploziei. Din relația (7) s-a determinat raportul M și apoi viteza V_m a corpului cosmic.

$$V_m = M \times V_s$$

$$V_m = 3755,970299 \text{ m/s.}$$

Raportul M dintre viteza medie a corpului cosmic și viteza sunetului este

$$M = 12,21692134.$$

Viteza corpului cosmic în momentul exploziei a fost

$$V = 2V_m = 7511,940598 \text{ m/s.}$$

S-a arătat anterior că energia eliberată la explozia din regiunea Tunguska a fost

$$W = 5,0919576 \times 10^{16} \text{ J.}$$

Cunoscând această energie și viteza corpului cosmic avută în momentul exploziei, s-a determinat masa acestuia:

$$M_c = 2W/V^2.$$

$$S-a \text{ obținut } M_c = 1,80472273 \times 10^9 \text{ kg.}$$

La temperatura de $7244,5 \text{ K}^0$, gazele incandescente din plasmoid au fost în stare disociată. Folosind temperatura T_m și viteza medie $V_m = V/2$ a particulelor din plasmoid, a fost determinată masa medie m_p a acestor particule care au însoțit corpul cosmic în zborul său prin atmosferă:

$$m_p = \frac{3K T_m}{V_m^2} \quad (9)$$

unde K este constanta lui Boltzman ($K = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}^0$).

Pentru m_p s-a obținut valoarea $m_p = 2,126005869 \times 10^{-26} \text{ Kg}$. Masa moleculară a acestor particule este:

$$M = m_p \times 6,023 \times 10^{26} = 12,804933348 \text{ kg/kmol}$$

Această valoare a masei moleculare a particulelor din plasmoid sugerează faptul că fracțiunea volatilă din materia corpului cosmic ar fi apa (sub formă de gheață).

La temperatura de $7244,5 \text{ K}^0$, apa (gheața) s-a transformat în vapori și s-a disociat.

Din reacția de disociere a apei, $2H_2O = 2H_2 + O_2$, rezultă că masa moleculară medie a particulelor este

$$2 \times 18/3 = 12.$$

Valoarea $m = 12,80493354$ a masei moleculare a particulelor din plasmoid sugerează faptul că în plasmoid se găseau particule cu masa moleculară ceva mai mare decât a apei.

4. DENSITATEA CORPULUI COSMIC

Cunoaștem masa corpului cosmic și vrem să găsim volumul lui. Pentru determinarea densității, am considerat că, la același volum, raportul densităților a două corpuri este proporțional (egal) cu raportul maselor lor moleculare. Când corpul de comparație este apa, avem:

$$\frac{d}{1000} = \frac{m}{12} \quad (10)$$

În care m este masa moleculară (kg/kmol) a materiei corpului cosmic, d este egal cu densitatea (kg/m³) a corpului cosmic. Densitatea apei este 1000 kg/m³. 12 este masa moleculară medie a particulelor după disociere.

Din relația (10) rezultă

$$d = 1067,077 \text{ kg/m}^3. \quad (11)$$

5. VITEZA DE CĂDERE A CORPULUI COSMIC

Putem considera că viteza V obținută anterior este egală cu viteza de cădere a corpului cosmic într-un fluid (aer). Ea se obține din relația:

$$\frac{1}{2}cS\rho V^2 = M_c g . \quad (12)$$

În formula (12) avem:

g = accelerația gravitațională

c = coeficientul de rezistență aerodinamică

S = aria secțiunii maxime

ρ = densitatea aerului la altitudinea exploziei

V = viteza corpului cosmic față de mediul ambiant

M_c = masa corpului cosmic.

După declarațiile martorilor oculari, corpul care a explodat în taiga avea forma alungită (cilindrică). Pentru forma cilindrică, $c = 0,1$. Dacă în relația (12) scriem $1/2cp = K_1$, din viteza de cădere în aer poate fi scrisă relația:

$$S = \frac{M_c}{K_1 V^2} g \quad (13)$$

unde S este aria secțiunii maxime

Din relația (13) se poate determina raza R_0 a corpului cosmic dacă se cunoaște densitatea aerului la altitudinea exploziei.

6. DIMENSIUNILE CORPULUI COSMIC

Dimensiunile corpului cosmic care a explodat în regiunea Tunguska constituie o caracteristică importantă a fenomenului. Martorii oculari care au văzut corpul cosmic în timpul zborului prin atmosferă au afirmat că el avea o formă de cilindru.

Din formula (13) s-a determinat aria secțiunii maxime

$$S = 8859,79383615 \text{ m}^2.$$

Această valoare este egală cu aria secțiunii transversale $\pi \times R_0^2$. Din egalitatea acestor mărimi s-a determinat raza $R_0 = 53,118 \text{ m}$.

Cunoaștem masa corpului cosmic $M = 1,8047227314 \times 10^9 \text{ kg}$ și densitatea $d = 1067,077 \text{ kg/m}^3$. Volumul corpului cosmic obținut din raportul dintre masă și densitate este de $1,691276947 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Lungimea corpului cosmic

$$L = \frac{VOLUM}{\pi R_0^2} \text{ m},$$

$$L = 190,89 \text{ m}$$

Diametrul (grosimea) corpului cosmic este egală cu două raze: $2 \times 53,118 \text{ m}$.

$$D = 106,236 \text{ m} \text{ (} D \text{ este diametrul corpului cosmic).}$$

7. ALTITUDINEA EXPLOZIEI

În ceea ce privește fenomenul Tungusk, am presupus faptul că explozia din regiunea Tunguska s-a produs la o altitudine între 6000-7000 m. În cele ce urmează, autorul prezintă o metodă de interpolare pentru a determina altitudinea exploziei. În timp ce studiam legătura dintre viteza corpului cosmic și temperatura dezvoltată la suprafața lui, am observat că (în acest caz) cu o aproximație suficient de bună poate fi scrisă relația:

$$T_c = T\sqrt{P_2} \quad (14)$$

în care P_2 este energia totală eliberată la explozie, exprimată în bombe atomice (BA).

$P_2 = 609$ bombe atomice.

$T_c = 5795$ K° (T_c fiind temperatura centrală).

Cunoscând aceste date, se poate determina temperatura T care a existat la altitudine în momentul exploziei.

$$T = \frac{T_c}{\sqrt{P_2}} = 234,825 \text{ K}^\circ. \quad (15)$$

Această temperatură corespunde unei altitudini cuprinse între 6000-7000 m.

$T = 235,22$ K° corespunde la $z = 6000$ m și

$T = 229,46$ K° corespunde la $z = 7000$ m

$\Delta T = 5,76$ K° corespunde la $\Delta z = 1000$ m

$\Delta T = 235,22 - 234,825 = 0,395$ K° corespunde la X metri

$$X = 0,395 \times \frac{1000}{5,76} = 68,57 \text{ m}.$$

Prin urmare, altitudinea reală a exploziei a fost

$$Z = 6000 + 68,57 = 6068,57 \text{ metri}.$$

8. EVOLUȚIA EXPLOZIEI

Explozia produsă a provocat pulverizarea corpului cosmic și transformarea materiei acestuia într-un gaz (plasmă) sub forma unei sfere de foc având temperatura și presiunea foarte mari. În timpul foarte scurt al exploziei, datorită expansiunii gazului, raza R a sferei de foc a crescut foarte repede de la valoarea R_0 până la valoarea maximă R_m . Valoarea razei R a sferei de foc în timpul exploziei este dată de următoarea relație (originală):

$$R(t) = R_0 + (R_m - R_0) \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right], \quad \tau = 1 \text{ sec.} \quad (16)$$

în care τ este o constantă de timp (timpul de relaxare). Raza maximă a sferei de foc se obține (teoretic) din această formulă pentru t infinit. Practic, există un timp $t = n\tau$ pentru care se obține R_m cu precizie suficientă. În cazul de față, raza maximă a sferei de foc a fost determinată folosind formula:

$$R_m = 77Y^{\frac{2}{5}} \quad (17)$$

în care $Y = \frac{W}{kTon}$.

W este energia totală eliberată la explozie, iar

$kTon = 4,18 \times 10^{12}$ J este energia eliberată la explozia unei kilotone de trinitrotoluen (TNT).

Cu aceste date s-a obținut: $R_m = 3317,21884$ m.

Această valoare a razei sferei de foc produse la explozia corpului cosmic confirmă observația bătrânului Semenov care a afirmat (printre altele) că a văzut un uriaș glob de foc care acoperea cea mai mare parte a cerului.

În relația (16), R_0 este raza inițială (la $t = 0$) a sferei de foc. Ea aproximează suficient de bine raza corpului cosmic. A fost determinată folosind următoarea formulă:

$$R(t) = R_0 \times e^{\beta}, \text{ și} \quad (18)$$

$$\beta = \frac{\sqrt{2}}{7} \left(\frac{E}{W} \right) \left(\frac{t}{\tau} \right)$$

$E = E(t)$ este energia eliberată de explozie până în momentul t .

W este energia totală eliberată la explozie.

Raportul $\frac{E}{W}$ nu se cunoaște în fiecare moment t , dar la sfârșitul exploziei,

$E = W$ și raportul

$$\frac{E}{W} = 1.$$

În acest moment, $R(t) = R_m$. Pentru timpul $t = n\tau$ ($n = 20,47$), relația (18) se poate scrie:

$$R_m = R_0 \times e^{\delta};$$

$$\delta = \left(\frac{\sqrt{2}}{7} \right) 20,47.$$

De aici rezultă:

$$R_0 = 53,08 \text{ m.} \quad (19)$$

Dacă în relația (16) scriem:

$$t = n\tau$$

atunci relația (16) devine:

$$R(t) = R_0 + (R_m - R_0)(1 - e^{-n}) \quad (20)$$

Această formulă a fost folosită de autor pentru determinarea razei R a sferei de foc în timpul exploziei corpului cosmic.

Valorile razei R a sferei de foc obținută cu această formulă sunt date în tabelul (1), coloana (1).

Pentru determinarea energiei eliberate în timpul exploziei a fost folosită următoarea formulă:

$$E(t) = (1 - e^{-n})W \quad (21)$$

unde W = energia totală eliberată la explozie

$$n = \frac{t}{\tau}$$

Rezultatele obținute din calculul cu formula (21) sunt date în tabelul (1), coloana (2).

Temperatura sferei de foc în timpul exploziei a fost calculată cu relația:

$$T(t) = 28,97275 \times 10^3 (1 - e^{-n})e^{-n} \quad (22)$$

Rezultatele calculelor sunt date în tabelul (1), coloana (3).

TABELUL NR. 1

n	R(t) în m	E(t) în J	T(t) în K°
10 ⁻⁴	53,3264	5,09195 × 10 ¹²	2.8976
10 ⁻³	56,264	5,09195 × 10 ¹³	28,958
10 ⁻²	85,64	5,09190 × 10 ¹⁴	286,854
0,1	363,612	4,84565 × 10 ¹⁵	2495,318
0,2	591,665	9,23019 × 10 ¹⁵	4301,55
0,3	845,970	1,31974 × 10 ¹⁶	5564,214
0,4	1129	1,67760 × 10 ¹⁶	6402,186
0,5	1337,286	2,00353 × 10 ¹⁶	6945,943
0,6	1526,333	2,29743 × 10 ¹⁶	7173,160
0,7	1656,146	2,56336 × 10 ¹⁶	7244,480
0,8	1850	2,80395 × 10 ¹⁶	7170,418
0,9	1989	3,02172 × 10 ¹⁶	6860,82
1	2116	3,21873 × 10 ¹⁶	6738,957
2	2893	4,40283 × 10 ¹⁶	3391,13
3	3154	4,83946 × 10 ¹⁶	1370,95
4	3273	4,99869 × 10 ¹⁶	521,034
5	3295	5,05765 × 10 ¹⁶	196,54
6	3308	5,07933 × 10 ¹⁶	71,63
7	3314	5,08731 × 10 ¹⁶	26,40

În tabelul (1), pentru $\tau = n$ sec, n reprezintă un moment oarecare al exploziei exprimat în secunde.

Din tabelul (1), coloana (1) rezultă că raza sferei de foc în timpul exploziei crește încontinuu de la valoarea $R_0 = 53$ m până la valoarea 3314 m, apropiată de valoarea maximă 3317 m.

Din coloana (2) a tabelului, energia eliberată la explozie crește încontinuu de la valoarea 5×10^{12} J până la valoarea maximă 5×10^{16} J, apropiată de valoarea maximă a energiei eliberate W .

În coloana (3), temperatura sferei de foc în timpul exploziei crește continuu de la valoarea 2 K° până la valoarea maximă 7244,48 K°, în momentul când $n = 0,7$ sec.

După această valoare, temperatura sferei de foc scade continuu până la 26,4 K° în momentul când $n = 7$ sec.

Între coloanele (1) și (2) există o asemănare, prin faptul că mărimile cresc continuu până la valoarea maximă.

În coloana (3), temperatura crește până la valoarea maximă în momentul $n = 0,7$ sec, după care scade continuu până la 26,4 K° la $n = 7$ sec.

9. PRESIUNEA EXPLOZIEI

Explozia poate fi înțeleasă ca o expansiune brutală (în timp și spațiu) de energie. Energia care este înmagazinată într-un volum de materie este eliberată într-un timp foarte scurt. Ca urmare a exploziei, se produce o suprapresiune a aerului care poate fi observată la distanțe mari de locul exploziei.

În această lucrare este determinată presiunea produsă la locul exploziei. Pentru determinarea presiunii, am folosit următoarea formulă:

$$P = nKT \quad (23)$$

$$\text{unde } n = \frac{N}{V} = \frac{\text{densitatea de particule}}{m^3};$$

$$K = \text{constanta lui Boltzmann} = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}^\circ;$$

$$N = \text{numărul total de particule din corpul cosmic};$$

$$T = \text{temperatura corpului cosmic în momentul exploziei};$$

$$V = \text{volumul corpului cosmic.}$$

N se obține din următoarea relație cunoscută:

$$\begin{aligned} W &= \frac{3}{2} NKT, \\ N &= \frac{2W}{3KT} \end{aligned} \quad (23a)$$

$$W = 5,0919576 \times 10^{16} \text{ J},$$

$$T = 7244,5 \text{ K}^\circ.$$

Cu aceste date s-a obținut :

$$N = 3,395517 \times 10^{35};$$

volumul corpului cosmic a fost:

$$V = 1,691276 \times 10^6 \text{ m}^3,$$

$$n = \frac{N}{V} = 2,007885 \times 10^{29} \text{ particule/m}^3$$

$$nK = 2,7708813 \times 10^6$$

$$P = nKT = 2,7708813 \times 10^6 \times 7244,5, \text{ deci}$$

$$P = 2,007365 \times 10^{10} \text{ N/m}^2. \quad (23b)$$

S-a arătat că valoarea presiunii se exprimă în N/m^2 .

$$\frac{P}{F} = \frac{nKT}{F} = \frac{2,007365 \times 10^{10}}{1 \times 10^5} \frac{\frac{N}{m^2}}{\frac{N}{m^2}} = 2,007365 \times 10^5 \text{ bari}$$

$$F = \frac{10^5 N}{m^2} = 1 \text{ bar}$$

, este factor de conversie

10. EFECTUL SEISMIC

La descrierea fenomenului tungus, s-a arătat că explozia corpului comic a provocat apariția unui cutremur de grad relativ înalt (5).

Pentru determinarea magnitudinii cutremurului, am sperat că aceasta poate fi calculată cu formula de la referință [6]

$$M = \frac{1}{1,8} \log\left(\frac{E}{2 \times 10^{11}}\right) \quad (24)$$

unde

$E = W$ este energia totală a exploziei, exprimată în Joule (J).

$$E = 5,0919576 \times 10^{16} \text{ J}$$

Am constatat că, în cazul exploziei tunguse, această formulă nu corespunde.

În cazul fenomenului tungus, când explozia s-a produs la altitudinea de 6000 m ($Z = 6000$ m), energia care a ajuns la sol a fost mult mai mică decât W .

În această situație, formula (24) a fost modificată de către autor în felul următor:

$$M = \frac{1}{1,8} \log\left(\frac{E}{2 \times 10^{11} \times Z^{0,9}}\right) \quad (25)$$

În formula (25), E este exprimată în ergi ($1 \text{ J} = 10^7$ ergi).

Cu această formulă s-a obținut:

$$M = \frac{1}{1,8} \times 9 = 5 \text{ grade Richter}$$

11. EXPLOZIA CORPULUI COSMIC

În urma cercetărilor, am ajuns la concluzia că fenomenul Tungusk se datorează exploziei în atmosferă, la oarecare altitudine (6000 m) a unu corp cosmic (un bloc de gheață enorm) a cărei traiectorie în zborul său prin cosmos a intersectat traiectoria Pământului.

Blocul de gheață avea dimensiuni mari și o formă de cilindru. Avea

raza de 53,118 m,

diametrul de 106,236 m,

lungimea de 190,89 m,

masa egală cu $1,8047227314 \times 10^9$ kg și

densitatea egală cu 1067,077 kg/m³.

Volumul blocului de gheață, obținut din raportul dintre masă și densitate, era de

$1,691276947 \times 10^6$ m³.

Aceste date sunt originale, obținute prin calcul. Ele explică relatările martorilor oculari privind forma (cilindrică) și dimensiunile impresionante ale corpului cosmic. Inițial, corpul cosmic avea o structură compactă și o compoziție (friabilă), granuloasă. Era o compoziție sfărâncioasă. Masele întunecate de nori groși formate și ploaia „neagră” căzută după explozie arată că corpul cosmic conținea apă.

În zborul la altitudini mari, acesta avea viteza apreciată la 45000 km/oră și a intrat în atmosferă cu viteza de aproximativ 12 km/sec.

Deplasarea corpului cosmic prin atmosferă cu o asemenea viteză (hipersonică) a provocat apariția în fața lui a unei de șoc, în frontul căreia s-au produs salturi de densitate, presiune și temperatură. La o asemenea viteză, frontul de undă este drept și se comportă ca un zid.

Explozia corpului cosmic în atmosferă, la altitudine, se explică în felul următor: în timpul căderii prin atmosfera din ce în ce mai densă, corpul cosmic a fost supus la temperaturi și presiuni foarte mari. Datorită acestui fapt, corpul cosmic s-a fisurat. Fisurile au făcut posibilă apariția unor fragmente.

În timpul căderii, corpul cosmic a fost frânat din ce în ce mai mult. Când, în cădere, corpul cosmic a ajuns la altitudinea de 6000 m, viteza (calculată) a lui era de numai 7511,98 m/sec. La această altitudine, corpul cosmic s-a izbit de aer ca de un zid și a fost oprit din zborul său. În același moment, când efectul presiunii exercitate asupra corpului cosmic a fost egal cu energia de legătură a particulelor din corpul cosmic, s-a produs explozia. La explozie, corpul cosmic s-a dezintegrat și pulverizat complet. Acest fapt confirmă că avea o compoziție fragilă, sfărâncioasă.

La explozie a apărut o sferă (glob) de foc a cărei rază (calculată) în timpul foarte scurt al exploziei a crescut foarte rapid de la valoarea inițială (53 de metri) la valoarea maximă de 3317 metri. Această valoare explică relatarea lui S. B. Semenov privind dimensiunile sferei (globului) de foc.

Temperatura (maximă) a sferei de foc a fost de 7244,48 K° în momentul când raza sferei de foc

era de 1656,14 m. În timpul foarte scurt al exploziei corpului cosmic, s-a eliberat o energie foarte mare. După calculele autorului, această energie era:

$$W = 5,0919576 \times 10^{16} \text{ Joule,}$$

echivalentă cu 609 bombe atomice sau cu 12 megatone de trinitrotoluen (TNT).

Această energie colosală explică incendiile uriașe care au durat mai multe zile, precum și distrugerea pădurii din regiune pe o suprafață de 2000 km². Această energie explică de asemenea apariția unui cutremur cu intensitatea de 5 grade Richter. Legată de această energie este și presiunea exploziei. Presiunea calculată în centrul exploziei a fost de $2,007365 \times 10^5$ bari. La distanța de 65 km, presiunea exploziei a fost (probabil) de aproximativ 0,07 bari, suficientă ca la Vanavara să ridice oameni de la sol și să-i trântescă la câțiva metri distanță.

Manifestările exploziei din regiunea Tunguska (efectele produse) sunt asemănătoare cu manifestările exploziei nucleare. Ele se datoresc energiei colosale eliberate la explozie.

Perturbarea câmpului magnetic amintită anterior se datorează faptului că sfera de foc este o bulă conductoare. Ea conține particule încărcate (ioni și electroni). La explozie, apariția acestei bule electrizate produce distorsionarea câmpului magnetic al Pământului. Efectul ecologic de creștere puternică (ulterior exploziei) a vegetației se datorează elementelor chimice sodiu (Na) și potasiu (K) depuse ulterior pe sol. Aceste elemente intră în mod obișnuit în compoziția îngrășămintelor chimice.

Vreme îndelungată, pe cerul Europei s-au observat nori de praf care au diminuat un timp transparența atmosferei în timpul zilei.

Unda de aer încins a ridicat nori de praf care au fost injectați în păturile înalte ale atmosferei. Datorită rotației Pământului și a vânturilor apărute, praful s-a răspândit pe cerul Siberiei și al Europei.

Noaptea, particulele de praf care pluteau în părțile înalte ale atmosferei, fiind luminate de Soare, au reflectat și difuzat lumina solară. În acest fel, norii de praf răspândiți au constituit o puternică sursă de lumină, capabilă să explice luminozitatea intensă pe timp de noapte în Siberia și Europa.

Efectul este asemănător cu modul în care coada unei comete (compusă din gaz și praf) devine strălucitoare, datorită reflectării și difuziei luminii solare.

În urma exploziei corpului cosmic, în păturile înalte ale atmosferei au ajuns cantități mari de atomi de hidrogen și oxigen formați la disocierea apei din corpul cosmic.

Sub influența luminii solare, atomii de hidrogen au emis o lumină de culoare roșie, caracteristică hidrogenului din spațiul cosmic. La rândul lor, atomii de oxigen, sub influența luminii solare, au trecut din starea normală în stare excitată (metastabilă) și, după foarte scurt timp, au emis o lumină verde, caracteristică aurorelor boreale.

Lumina de culoare roșie emisă de hidrogen și lumina de culoare verde emisă de oxigen explică porțiunile de cer colorate în roșu, respectiv verde.

Lumina galbenă foarte intensă observată pe cer se datorează excitării optice cu lumină solară a liniei *D* a sodiului (Na), care are lungimea de undă de 5893 Å⁰. Intensitatea acestei linii și cantitatea

foarte mare de sodiu ajunsă în părțile înalte ale atmosferei explică fenomenele optice observate pe cer după explozie.

După cum rezultă din cuprinsul acestui articol, teoria exploziei în atmosferă a corpului cosmic pentru fenomenul Tungusk explică suficient de bine atât relatările martorilor oculari, cât și constatările la fața locului făcute de diferiți specialiști cu ocazia unor expediții.

În rezumat, explozia corpului cosmic în atmosferă explică atât natura, cât și cauzele și efectele exploziei din regiunea Tunguska.

12. BIBLIOGRAFIE

1. Horia Matei: *Enigmele Terrei*, Ed. Albatros, 1983, pag. 245-268;
2. H. Sanke, K. Kirch: *Die Sterne*, 1983, 59 Band, Heft 1, pag. 3-12;
3. H. Sanke, K. Kirch: *Die Sterne*, 1983, 59 Band, Heft 3, pag. 146-152;
4. M. E. Nahamas: *Science, Defense, Disuation*, Dunond, 1967, pag. 69;
- s. D. Ștefănescu și alții: *Termodinamica tehnică*, 1980, pag. 16;
6. The Publication Division, Government of India: *Nuclear explosions and their effects*, 1956.

13. BIOGRAFIE

Autorul s-a născut în 1930 în România.

A absolvit în 1948 Școala Tehnică de Administrație Economică din orașul Zalău.

A absolvit în 1954 Facultatea de Chimie, Secția Chimie-Fizică, Universitatea București.

În 1956, a lucrat ca Cercetător Științific la Institutul de Cercetări Piscicole din București.

Între 1957-1995 a lucrat ca cercetător științific la Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară din Măgurele, București. În 1971 i s-a conferit de către Comisia Superioară de Diplome a Universității din București titlul științific de doctor în chimie.

14. DECLARAȚIE DE ORIGINALITATE

DECLARAȚIE

Subsemnatul LABĂU V. VASILE, declar pe proprie răspundere că lucrarea științifică cu titlul *STUDIUL FENOMENULUI TUNGUSK* din 2023 este rezultatul muncii mele, pe baza cercetărilor mele și pe baza informațiilor obținute din surse care au fost citate și indicate în bibliografie.

Declar că nu am folosit în mod tacit sau ilegal munca altora și că nicio parte din lucrarea mea nu încalcă drepturile de proprietate intelectuală a altcuiva, persoană fizică sau juridică.

1/2/2023

LABĂU V. VASILE

