

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ludmila Eckertová

O možnosti využití termoemise k energetickým účelům

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 4 (1959), No. 5, 582--583

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139395>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1959

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

kde ovšem kruhová oběžná doba  $2T_0$  na povrchu Zeme bola nahradená kruhovou obežnou dobou  $2T_0/n\sqrt{n}$  v perigeálnej vzdialenosti balistickej strely.

Časy tieto pre rôzne vzdialenosti  $2\alpha$  a elevačné uhly  $\varepsilon$  sú obsažené v tabuľke 5 a graficky znázornené na obraze 6.

Tabuľka 5

$\text{tg } \varepsilon$	$\varepsilon$	$2\alpha = 30^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	$150^\circ$	$180^\circ$
0	$0^\circ$	7,1	14,1	21,2	28,2	35,3	42,3 minút
0,5	$26,5^\circ$	13,2	23,3	35,3	50,3	71,4	105 minút
1	$45^\circ$	18,4	35,9	61,3	113	288	$\infty$
2	$63,5^\circ$	30,6	85	424	—	—	—

Z kriviek vidno, že doby letu balistických striel s elevačným uhlom prudko stúpajú najmä pri väčších dostrelových uhloch. Na väčšie vzdialenosti je preto výhodné voliť menšie elevačné uhly už aj preto, aby výstrelová rýchlosť nemusela byť príliš veľká. Treba ovšem pamätať aj na to, že let balistických striel najmä pri menších elevačných uhloch trvá v zemskej atmosfére omnoho dlhšie než u kozmických rakiet a preto treba tiež zavádzať do rovníc rýchlostí aj časov omnoho väčšie korekcie pre odpor vzduchu, ktoré pozmeňujú dráhy eliptické na balistický tvar.

## O MOŽNOSTI VYUŽITÍ TERMOEMISE K ENERGETICKÝM ÚČELŮM

V poslední době se ve spojitosti s rozvojem atomových elektráren stává stále aktuálnější otázka přímé přeměny tepelné energie v elektrickou. Jednou možnou cestou, které je věnováno nejvíce pozornosti, je využití termoelektrického zjevu u polovodičů. V literatuře se však vyskytuje i několik zmínek o jiné cestě, zakládající se na využití termoemise. V principu jde o to, využít tepla k vyvolání termoemisního proudu bez zapojení vnějšího zdroje anodového napětí. Práce se většinou zabývají energetickou bilancí procesu a rozбором podmínek, nutných k dosažení maximální účinnosti takového „vakuového termočlánku“ [1], [2], [3], [4].

Jestliže  $i_e$  je hustota proudu emitovaných termoelektronů,  $v_0$  potenciální rozdíl, odpočítající jejich střední rychlosti (a rovnající se  $2kT/e$ ), a  $W_k$  příkon katody, pak účinnost je dána výrazem

$$\eta = \frac{i_e v_0}{W_k} \quad (1)$$

Dosadíme-li příslušné hodnoty, dostaneme, že teoreticky by bylo možno tímto způsobem dosáhnout účinnosti  $\geq 5\%$ . Prakticky ovšem bez vložení anodového napětí takové hodnoty dosáhnout nelze, protože okolo katody vzniká prostorový náboj, který brání vylétávání dalších elektronů. Jeho účinek se zmenšuje se zkracováním vzdálenosti katody od sběrné elektrody. Moss vypočítal, že rozumné účinnosti by bylo možno dosáhnout při vzdálenosti elektrod asi 0,01 mm. Takový systém je však velmi těžko realizovatelný.

Je nutné, aby mezi katodou a elektrodou, sbírající elektrony, bylo nějaké napětí. K tomuto účelu je možno využít kontaktního rozdílu potenciálů, rovného prakticky rozdílu výstupních potenciálů katody a anody

$$v_k = \varphi_k - \varphi_a, \quad (2)$$

při čemž  $\varphi_k < \varphi_a$ . Pak je možno místo vztahu (1) psát pro účinnost

$$\eta = \frac{i_e(v_0 + v_k)}{W_k}. \quad (3)$$

Jestliže by se užilo jako anody wolframu s adsorbovanou vrstvičkou cesia a jako katody čistého wolframu, pak  $v_k$  je asi 3 V a při teplotě  $T = 2400 - 2800$  °K a příkonu  $W_k = 58 - 113$  W/cm<sup>2</sup> by vycházelo  $\eta = 1 - 10\%$ . Ani v tomto případě však není prostorový náboj ještě kompenzován natolik, aby bylo možno tento případ realizovat.

Morgulis a Marčuk [3] uvádějí dva způsoby odstranění této závady.

Jako první možnost navrhují zavést do pokusného přístroje, obsahujícího dvě wolframové elektrody, páry cesia. Cesium se jednak adsorbuje na chladné anodě a snižuje její výstupní práci, jednak tvoří ionty, které mohou kompenzovat záporný prostorový náboj.

Takový pokus byl proveden [5] a bylo dosaženo při  $v_k = 2,6 - 3,1$  V, teplotě katody 2500 °K a proudové hustotě 0,4 A/cm<sup>2</sup> účinnosti asi 1,2% (tlak cesiových par byl přitom přibližně  $3 \cdot 10^{-2}$  mm Hg). Bylo ukázáno, že velikost vznikajícího proudu je možno regulovat pomocí vnějšího magnetického pole.

Moss upozornil na to, že neutralisace prostorového náboje ionty je příznivá, protože vzhledem ke své malé pohyblivosti ionty přenášejí jen malou část proudu. Zdůraznil též, že vzhledem k tomu, že rozdíl potenciálů mezi elektrodami je malý proti ionizačnímu potenciálu plynu, nemůže ionisace probíhat jako nárazová a doporučuje použít nějakého pomocného zdroje iontů, např. pomocného výboje, způsobeného rychlejšími elektrony.

Jestliže je tlak v pokusné lampě větší, může dojít ke vzniku anomálního nízkovoltového oblouku, který se pak chová jako zdroj elektromotorické síly. Podobný případ pozorovali Medicus a Wehner [6] v lampě s tantalovou anodou, pokrytou bariem, naplněné xenonem o tlaku 0,1 mm Hg. Naměřili přitom účinnost 0,3%.

Morgulis a Marčuk navrhují realizovat podobný pokus s parami cesia a očekávají od něho větší účinnost.

Dosavadní pokusy v tomto směru jsou tedy v samých začátcích a dosahované účinnosti jsou zatím velmi malé. Přesto zaslouží tato metoda pozornosti jako jedna z možností přímé přeměny tepelné energie v elektrickou, která by se v budoucnosti mohla stát významným praktickým přínosem.

Ludmila Eckertová

#### Literatura:

- [1] Strutt M., PIRE, 40 (1952), 601.
- [2] Moss H., Jour. of Electronics, 2 (1957), 305.
- [3] Morgulis N. D., Marčuk P. M., Ukraj. fiz. žur., 2 (1957), 379.
- [4] Champeix R., Le Vide, No 31 (1951), 936.
- [5] Marčuk P. M., Trudy inst. fiziki AN USSR 7, (1956), 3.
- [6] Medicus G., Wehner G., J. Appl. Phys. 22 (1951), 1389.