

Stefanov termomagnetni motor

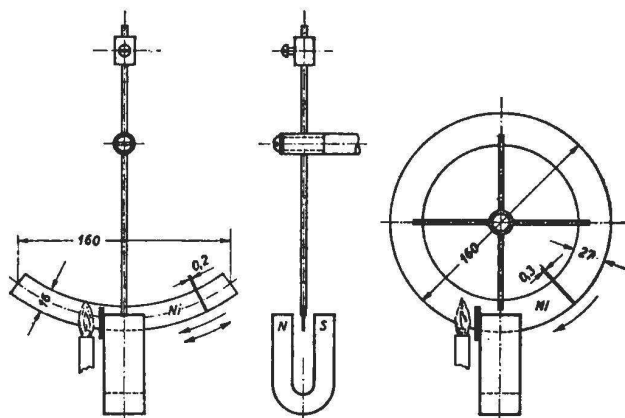
OB 180-LETNICI STEFANOVEGA ROJSTVA



JANEZ STRNAD IN PRIMOŽ ZIHERL

→ Na začetku leta 1888 je Jožef Stefan matematično-naravoslovnemu razredu akademije znanosti na Dunaju poročal *O termomagnetnih motorjih*. Izkoristil je pojav, da snovi, iz katerih so trajni magneti, postanejo nemagnetne, če jih segrejemo do Curiejeve temperature. Magnetne postanejo zopet, ko se ohladijo. Stefan je delal poskuse s pločevino iz niklja s Curiejevo temperaturo okoli $340\text{ }^{\circ}\text{C}$. To temperaturo je dosegel z gorilnikom na špirit. Opisal je dve preprosti napravi, ki ju je bilo mogoče pokazati tudi v šoli. Kako delujeta, je Kemijskemu in fizikalnemu društvu pokazal že leto prej.

Iz 0,3 milimetra debele nikljeve pločevine je izrezal obroč z zunanjim premerom 16 centimetrov in širino 2,7 centimetra. S štirimi naperami iz tankih medeninastih cevi ga je povezal z osjo — podobno kot kolo dvokolesa. Na najnižji točki je obroč segel med pola podkvastega magneta. Gorilnik je bil malo premaknjen iz te točke (slika 1). Njegov plamen je segrel del obroča, ki ga zato magnet ni več privlačil. Magnet pa je še naprej privlačil sosednji, nesegeti del obroča. Ta sila je prevladala in zaradi nje se je segreti del dvignil. Potem se je ohladil in so se mu povrnila prejšnje lastnosti. Plamen je segrel sosednji del, ki se je zaradi tega dvignil. Pojav se je nadaljeval, segreti del se je nenehno dvigal in nikljev obroč se je vrtel. To je bil *termomagnetni motor*. Pozneje je Stefan s plinskim gorilnikom dosegel, da se je motor vrtel hitreje. Poskus je ponovil tudi s kolesom, sestavljenim iz odsekov železnih žic. Glavno



SLIKA 1.

Risbi Stefanovega termomagnetnega nihala (levo in v sredini) in termomagnetnega motorja (desno) z nikljevo pločevino. V Stefanovih člankih ni veliko risb. To risbo so narisali pozneje in je posneta po knjigi Lava Čermelja *Jožef Stefan, Življenje in delo velikega fizika*.

pozornost je posvetil termodinamični obravnavi idealiziranega termomagnetnega motorja, ki ji ne bomo sledili.

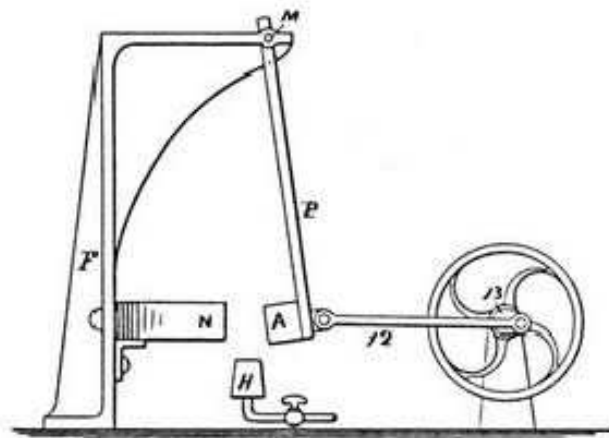
Stefan je naredil tudi termomagnetno nihalo. Iz 0,2 milimetra debele nikljeve pločevine je izrezal 16 centimetrov dolg in 1,6 centimetra širok del krožnega izseka in ga pritrdil na eno samo 16 centimetrov dolgo medeninasto cevko. Na začetku se je izsek dvignil, ko ga je plamen segrel. Potem je prevladala teža in se je izsek zopet spustil. Čez čas je začetno neurejeno gibanje prešlo v nihanje.

Stefan je omenil, da so termomagnetne motorje izdelali že pred njim. O enem od njih sta Edwin James Houston in Elihu Thomson poročala leta 1879. Tak



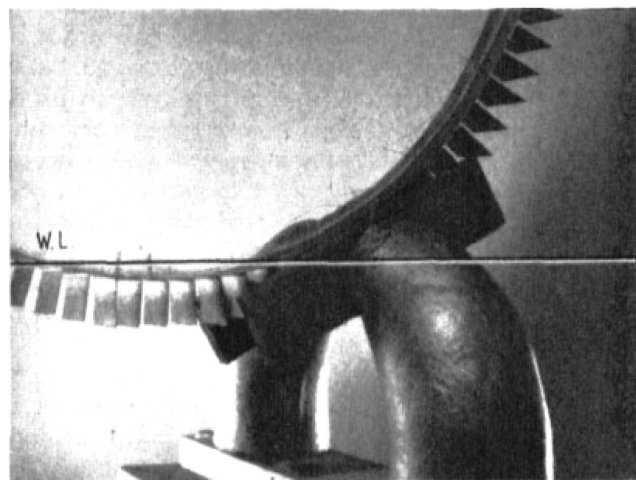


motor je izdelal tudi Thomas Alva Edison leta 1887. Z dvema plinskima gorilnikoma je dosegel moč 17 wattov. Po patentni prijavi je mogoče razbrati, da je Nikola Tesla leta 1886 predlagal več izvedb termomagnetnega motorja in zanje leta 1889 dobil patent (slika 2). Vsi ti motorji so vsebovali dele iz železa s Curiejevo temperaturo okoli $770\text{ }^{\circ}\text{C}$ in so jih morali poganjati s plinskimi gorilniki. Pozneje so odkrili snovi z veliko nižjo Curiejevo temperaturo. Heinz Siegfried Wolff je leta 1964 opisal motor s ploščicami iz zlitine niklja in železa, ki magnetne lastnosti izgubi postopno do temperature $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za pogon je zadostovala voda s temperaturo $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (slika 3). Pri premeru 30 centimetrov se je pri temperaturi zraka $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ obroč zavrtil 20-krat v minuti. Z gadolinijem, ki ima Curiejevo temperaturo $21\text{ }^{\circ}\text{C}$, je mogoče narediti termomagnetni motor, ki deluje pri sobni temperaturi. Na Japonskem so sestavili termomagnetni motor, ki je dosegel moč 100 wattov in se zavrtil 30 do 90-krat v minuti. Za izkoristek so izmerili 0,02 %. Anton Karle je leta 2001 podrobno pregledal možnosti termomagnetnih Curiejevih motorjev za pretvorbo toplote v delo. Med prednostmi je naštel preprosto zgradbo in mehanično odpornost. Ker je moč odvisna od temperaturne razlike, je mogoče s takim motorjem zaznavati temperaturo. Tovrstne motorje je moč izdelati v majhni izvedbi in jih poganjati s sončno svetlobo, ki jo navadno zberejo z lečo. Preprosto je mogoče obrniti smer gibanja. Z ravnim drogom namesto obroča naredijo linearni motor. Tega lahko izkoristijo za aktuator, to je napravo, ki se na spremembo razmer (tlaka, električne napetosti, temperature itd.) odzove s premikom. S tem lahko sproži delovanje druge naprave in tako nadzira stanje sistema. Slabosti pa sta majhna hitrost in majhna frekvenca (oboje zaradi tega, ker delovne snovi ni mogoče segreti in ohladiti zelo hitro) ter majhna moč in majhen izkoristek. Obstajajo tudi termomagnetni motorji za večjo moč, vendar niso poceni. Pred leti so prijavili nekaj novih patentov. Nekatere od njih so industrijsko preizkusili, a nobenega niso začeli izdelovati na veliko. Izjema je motor, s katerim dijakom in študentom pokažejo delovanje termomagnetnega motorja in odvisnost magnetnih lastnosti snovi od temperature. V večji meri utegnejo termomagnetne motorje uporabljati v posebnih razmerah, npr. na umetnih satelitih.



SLIKA 2.

Ena od izvedb termomagnetnega motorja iz patentne prijave Nikola Tesla. Pol trajnega magneta N privlači kos železa A in ga neha privlačiti, ko ga plamen gorilnika H segreje. Vzvod nihanje spremeni v vrtenje.



SLIKA 3.

Termomagnetni motor Heinza Siegfrieda Wolffa. Namesto plamena je uporabil vodo s temperaturo $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; »W.L.« na fotografiji označuje gladino vode, viden je tudi permanentni magnet. Obroč iz pločvine je Wolff nadomestil s ploščicami, da je povečal navor. Slika je iz Wolffovega članka v reviji *Journal of Scientific Instruments* iz leta 1964.

