

Fosszilis tüzelőanyagok használatakor az energia körülbelül kétharmada hulladékhőként vész el. Ez vonatkozik az erőművekre és a hulladékégetőkre, valamint a magán tüzelőrendszerekre vagy az autók belső égésű motorjára. Jelenleg két különböző megközelítés létezik ennek a lehetőségnek a kiaknázására: az első egy kitérőt tesz az úgynevezett ORC-turbinán keresztül. A rövidítés az "Organic Rankine Cycle" rövidítése, mivel ezt a speciális turbinát nem gőz hajtja, hanem egy alacsony forráspontú szerves oldószer gőzei. Ennek a módszernek az az előnye, hogy mérsékelt hőmérsékleti gradienseket is alkalmazhat, amelyek túl kicsik lennének egy gőzhajtású turbina működéséhez.

A második lehetőség a hulladékhő közvetlen villamos energiává alakításán alapul termoelektromos generátorokkal. Az új anyagok használatának köszönhetően azonban áttörés jön létre a hőgenerátorok terén.

Az észak-rajna-vesztfáliai Hertenben székelő Aqua Society bemutatta az első hosszú távú tesztekkel ORC turbinákkal. Hubert Hamm ügyvezető igazgató szerint ezek olyan modulok, amelyek a kapcsolt hő- és erőművek után kapcsolódnak össze, hogy a hűtővíz és a szennyvíz hőjéből villamos energiát termeljenek

. A hőgenerátorok olyan speciális félvezetők, amelyek lehetővé teszik a hő közvetlen átalakítását elektromos árammá. A hatás elvileg már régóta ismert. Thomas Seebeck német-balti fizikus már 1821-ben megfigyelte, hogy egy fém hőmérsékleti gradiense áramot okozhat. A hatékonyság hiánya miatt a "Seebeck-effektust" eddig csak a szűkös piacokon alkalmazták.

A BMW két évvel ezelőtt egy lépéssel tovább ment. A müncheni technológiai nap alkalmából az autógyártó először mutatott be a BMW 5-ös sorozatba integrált termoelektromos generátort, amely a kipufogógázban elveszett hőt hasznosítja. Bár a rendszer eddig csak szerény, 200 wattos teljesítményt adott, a cég mérnökei remélik, hogy a továbbfejlesztett anyagok hamarosan jelentősen növelhetik a modulok teljesítményét. Az autóban az autórádió, a világítás és a légkondicionáló áramellátása közvetlenül a motortérből származhat. Becslések szerint ez akár tíz százalékos üzemanyag-megtakarítást is jelentene. A Toshiba szintén aktív ebben az innovatív szektorban, és már számos kísérleti terméket kifejlesztett. Az új technológiának legkésőbb öt éven belül sorozatgyártásra kell készülnie.

Annak érdekében, hogy kiaknázzák a termoelektromos technikában rejlő lehetőségeket, a kutatók nagy elektromos vezetőképességű és alacsony hővezető képességű anyagokat keresnek. A gyakorlatban az is lényeges, hogy a különféle anyagoknak meghatározott hőmérsékleti tartománya van, amelyben különösen hatékonyan működnek. Fontos jellemző az anyag termoelektromos minőségi tényezője, más néven ZT érték. A magas ZT érték jobb termodinamikai teljesítményt jelent. A termoelektromos generátorokhoz a mai napig leggyakrabban a bizmut-tellurid ötvözeteket (Bi-Te) használták, amelyek akár 250 Celsius-fokig is használhatók. Magasabb hőmérsékleten jobb ZT értékek érhetők el. Ezért olyan szilícium-germánium félvezető alapú anyagokat fejlesztenek ki, amelyek hőmérséklettűrése akár 1000 Celsius fok is lehet.

A Német Kutatási Alapítvány (DFG) kiemelt programjának részeként Kornelius Nielsch professzor, a Hamburgi Egyetem Alkalmazott Fizikai Intézetének munkatársa egy különösen ígéretes témával, a nanostrukturált termoelektromossággal foglalkozik.

A 19. század végén Tesla és Edison fizikusok leírták, hogyan lehet hőkülönbségből és mágneses erők segítségével elektromos energiát előállítani, de a kereskedelmi felhasználás nem valósult meg. Egy technológiai őrült most kifejlesztett egy termomágneses motort az Északnyugat-Svájci Alkalmazott Tudományok Egyetemével, amely kilowatt tartományban szolgáltat áramot.

Később egy működő modell következett, először kisebb, majd nagyobb. Orosz, grúz és más tudós barátok segítettek, akik a moszkvai és tbiliszi laboratóriumokban készült és Svájcban összeállított alkatrészeket segítettek. 2013 márciusában a Zurzach termálfürdőben mutatta be először a nagyközönségnek az új elektromos gép bemutatóját. Ez 36 °C-os és 18 °C-os vizet használt, és 80 watt mechanikai teljesítményt produkált belőle. Ez csak néhány LED lámpa működésére volt elég. De a demonstrátor megmutatta: működik a termomágneses motor!

A régi elv újra felfedezve

A termomágneses motor megépítésének fő kihívása egy ferromágneses anyag gyors egymásutánban történő felmelegítése és hűtése két különböző hőmérsékletű folyadék felhasználásával. A hőmérséklet változása miatt az anyag ferromágnesesből paramágneses állapotba megy át - ez a változás egy generátoron keresztül mechanikai energiává, majd elektromos energiává alakítható. A ferromágneses anyag mágneses tulajdonságait ezredmásodpercek alatt sikerül megváltoztatnunk,

Kis rendszer ipari kísérleti használatra

Kurt Heiniger 2013 közepén a Szövetségi Energiahivatal beleegyezett a projekt támogatásába egy kezdeti ipari minőségű prototípus kifejlesztése érdekében. Ezt a rendszert, amely még nem követ konkrét hatékonysági célt, egy aargaui klinika energiaközpontjában állították fel 2015 első negyedévében, és azóta sikeresen tesztelték részlegesen. A klinika 53 °C-os meleg szennyvizét (10 m³/h) és 14 fokos Aare vizet (4 m³/h) használja fel, hogy a hőmérséklet-különbségből 1-1,4 kW elektromos teljesítményt állítson elő. Következő lépésben ezt a rendszert ipari környezetben és távműködtetésben kell használni, és bizonyítania kell gyakorlati alkalmasságát folyamatos (4000 óra) üzemben. Ebből a célból a prototípust egy Holcim cementgyárban állítják fel. Hőforrásként a cementgyártásból származó szennyvizet használja fel, amelyet korábban hűtőtoronnyal hűtöttek le....Vida megalapította a Swiss Blue Energy AG céget a termomágneses motorok kereskedelmi felhasználására. „Öt éven belül piacképes terméket szeretnénk kifejleszteni, amelynek teljesítménye a megawatt tartományba esik” – mondta Vida. Heiniger szerint még mindig fontos akadályokat kell leküzdeni, mielőtt ezt a célt elérhetjük. A központi kihívás a ferromágneses anyag kiválasztása. A gadolinium nagyon nehezen feldolgozható (olvadáspont: 1312 °C), ezért drága, ráadásul gyorsan korrodálódik is. A termomágneses motor fejlesztői ezért alternatív anyagokat vizsgálnak. Alternatívák azért is keresettek, mert a hulladékhő csak akkor hasznosítható optimálisan, ha különböző ferromágneses anyagok használhatók, amelyek Curie-hőmérséklete ötvözetválasztással pontosan „beállítható”, a rendelkezésre álló vízhőmérsékletekhez igazítva. A gadolinium fix Curie hőmérséklete 19,3 °C, és ebben az értelemben rugalmatlan.

ferromágneses anyag mozgása a mágneses térben dinamikus kölcsönhatásokhoz vezet. A fizikának eddig csak a 70%-át értettük meg."A nehézségek ellenére Heiniger és Vida hisznek a technológiájukban. Miután a 100 °C alatti szennyvizek energetikai hasznosítása sokáig nem tűnt kifizetődőnek, a különböző kutatás-fejlesztési tevékenységek most éppen ebbe az irányba irányulnak. Vida további alkalmazásokat lát a geotermikus energiában (40-60 fokos víz) és a napenergiában. Alternatív technológia a termoelektromos generátor, amely a hőkülönbségeket közvetlenül (termoelektromos hatás/Seebeck-effektus) alakítja át elektromos árammá. Ugyanezt a célt követi az Organic Rankine Cycle (ORC) technológia, egy gőzturbina, amely a hagyományos gőzturbinákkal ellentétben viszonylag kis hőmérséklet-különbséggel is működik. "A mi technológiánkban rejlik a legnagyobb lehetőség az alacsony hőmérsékleti tartományban, és sokkal egyszerűbb is" - győzte meg Kurt Heiniger. A mágneses tulajdonság változása ezredmásodperceken belülA kísérlet Curie-inga néven bekerült a fizikaórákba: Ha egy ferromágneses anyagból készült inga mellé helyezünk egy állandó mágneset, az inga vonzódik a mágneshez, és hozzátapad. Ha most egy gyertyát helyezünk az inga alá és felmelegítjük, akkor az egy bizonyos idő után elveszíti mágneses tulajdonságait, és elmozdul a mágnesről. Mivel az inga már nincs a mágnes felett, lehúlik és ismét mágnesessé válik – és ismét vonzódik a mágneshez. Amíg a gyertya újra fel nem melegíti az ingát...Azt a hőmérsékletet, amelyen az inga megváltoztatja mágneses tulajdonságait, Curie-hőmérsékletnek nevezik, Pierre Curie francia fizikusról nevezték el, aki 1895-ben fedezte fel ezt a hatást. A különböző anyagok eltérő Curie hőmérséklettel rendelkeznek. A Vida termomágneses motorja ezt a hatást használja. Anyagként gadoliniumot (Curie hőmérséklet: 19,3 °C) használunk: A gadolinium mintákat egy 70 cm átmérőjű forgó kerékre rögzítjük. Az ügyes műszaki kialakításnak köszönhetően a gadoliniumot először 19,3 °C fölé melegítik (és így lemágnesezik), majd 19,3 °C alá hűtik (és így mágnesezik). A kerék egy fordulata alatt ez a hőmérséklet (és így a mágneses tulajdonság) változása ötször következik be. A forgókerék mellett öt állandó mágnes van körbe rendezve úgy, hogy a gadolinium mintákat vonzzák, majd gyorsan egymás után taszítják. Ennek a tolásnak és húzásnak hatására a forgókerék mozogni kezd. A kerék forgási energiája egy tengelyen keresztül egy generátorba kerül, és ott elektromos árammá alakítható. Míg a forgókerék 80 Hz-en forog a prototípuson, a mágnesezési-lemágnesezési ciklus körülbelül 24 milliszekundumot vesz igénybe. A tervezőknek ezért egy „hőkapcsolót” kellett kifejleszteniük, amely lehetővé teszi a hőmérséklet és a mágneses tulajdonságok megváltoztatását e rövid idő alatt. Ez volt (és az is) az egyik fő kihívás a termomágneses motor feltalálói számára. A termomágneses hatás fordítva is működik, vagyis az elektromos áramból hőmérséklet-különbséget hoz létre. A mérnökök évek óta próbálják ezt a hatást egy „magnetocaloric” hűtőszekrényhez használni.