

Nazim PEŠTO

RADNE I POGONSKE MAŠINE



3

3. razred MAŠINSKE STRUČNE škole

Bećirumić Aida

Nazim PEŠTO

POGONSKE I RADNE MAŠINE

ZA III RAZRED SREDNJE STRUČNE MAŠINSKE ŠKOLE

PREDGOVOR

Ovaj udžbenik je urađen na osnovu nastavnog plana i programa za nastavni predmet Pogonske i radne mašine, koji je opći stručni predmet za većinu zanimanja mašinske stručne škole i to: metalostrugar, metaloglodač, metalobrusač, alatničar, kovač, limar, autolimar, instalater centralnog grijanja, bravar, mašinbravar, precizni mehaničar, zavarivač, plinski i vodoinstalater i zlatur-draguljar.

U rukopisu su detaljnije i obimnije (od predviđenog broja časova) obrađene tematske cjeline 8, 9 i 11, te se preporučuje predmetnom nastavniku da po svom nahodjenju i objektivnim uvjetima obradi nastavnu građu i prilagodi predviđenom broju nastavnih časova.

Udžbenik se može koristiti i kao stručna literatura u budućem radu te prilikom usavršavanja u struci.

Gradivo ovog udžbenika je usklađeno sa nastavnim gradivom drugih srodnih stručnih predmeta.

Obrađeno nastavno gradivo u velikoj mjeri doprinosi podizanju nivoa tehničke kulture učenika i omogućava im da steknu osnovna znanja o konstruktivnim oblicima, funkciji i primjeni pojedinih pogonskih i radnih mašina.

Ovom prilikom se zahvaljujem recenzentima na korisnim primjedbama i prijedlozima.

Autor

Izdavači: Federacija Bosne i Hercegovine
Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta
i
IP "Svjetlost" d.d.
Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo

Za izdavače: Prof.dr. Fahrudin RIZVANBEGOVIĆ
Šefik ZUPČEVIĆ

Urednici: Ismet KRNIĆ
Abduselam RUSTEMPAŠIĆ

Recenzenti: Fahrudin ŠEĆIBOVIĆ
Ilija ŠOBOT
Enes ŠURKOVIĆ

Lektor: Emira TANOVIĆ

Korektor: Nada JURIĆ

Naslovna strana: Dizajn "TRIO"
Stručni konsultant: Salim OBRALIĆ

Tehničko uređenje: Vanda BABOVIĆ

DTP: Emir KURŠUMLIJA

Štampa: SVJETLOST - Fojnica

Tiraž: 2.000 primjeraka

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine,
Sarajevo

UDK 621.1/.6(075.3)

PEŠTO, Nazim

Pogonske i radne mašine : za III. razred srednje stručne
mašinske škole / Nazim Pešto. – Sarajevo : Svjetlost [etc.],
1998. – 184 str. : graf.prikazi ; 24 cm
ISBN 9958-10-041-X(Svj.). -ISBN 9958-11-044-X(MONKS)

Federalno ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta Vlade Federacije Bosne i Hercegovine Rješenjem broj UP -I-03-65-4572-61/97 odobrilo je ovaj udžbenik za upotrebu.

Strogo je zabranjeno svako umnožavanje i preštampavanje ovog udžbenika bez odobrenja izdavača.
Neovlašteno kopiranje, umnožavanje i preštampavanje predstavlja krivično djelo iz člana 100. Zakona o autor-
skom pravu (Sl.list RBiH br.2/92 i 13/94).

ISBN 9958-10-041-X(Svj.). -ISBN 9958-11-044-X(MONKS)

UVOD

Tehnika se svakim danom sve više razvija, pa i mašinska, koja je u posljednjih nekoliko decenija značajno napredovala na polju izgradnje mašina, vozila, alata, uređaja i industrijskih postrojenja, te na polju tehničkih mogućnosti ekonomičnijeg rada kod drugih grana privrede (mehanizacijom građevinarstva, poljoprivrede, rudarstva itd.). Zato svakodnevni život zahtijeva od nas poznavanje uređaja, kao: mašina, aparata, instrumenata i opreme te njihovo svestrano korišćenje u radu.

Pogonske i radne mašine treba da nam pruže opću sliku o vrstama energije, i njenim pretvaranjima iz jednog oblika u drugi, kao i o mašinama i uređajima koji najčešće koriste oblike te energije.

Mašina ili stroj je mehanički uređaj čiji elementi prenose sile, obavljaju pokrete i time pretvaraju jednu vrstu energije u drugu, ili mogu služiti za automatsko ili poluautomatsko obavljanje nekog radnog procesa.

Mašine (strojevi) se dijele na: pogonske i radne mašine.

Pogonske mašine služe za pogon, tj. pokretanje radnih mašina. Prema izvoru i obliku energije koju oni pretvaraju u mehanički rad, pogonske mašine mogu biti: hidraulične mašine, vjetrenjače, toplotne i električne mašine.

U pogonske mašine ubrajaju se: klipne parne mašine i turbine, plinske turbine, vodene turbine, motori s unutrašnjim sagorijevanjem, elektromotori, mlazni motori i dr.

Radne mašine pomoću mehaničke energije dobivene od pogonskih mašina obavljaju rad u industriji, rudarstvu, građevinarstvu, prometu, transportu, poljoprivredi i drugim djelatnostima. Prema tome, mašine oslobađaju čovjeka od teškog rada i povećavaju radnu produktivnost.

Prenos mehaničke energije s pogonske mašine na radnu mašinu može biti: pojedinačan, skupni i transmisijski. Posljednji pogon se više ne gradi jer je ovakav način pogona zastario, pa se čak i postojeći demontiraju.

1. ENERGIJA I NJENI OBLICI

Svako fizičko tijelo može biti dovedeno u takve okolnosti da vrši rad. Za takva tijela se kaže da raspoložu rezervom energije ili jednostavno **energijom**.

Dakle, energija je sposobnost tijela da vrši neki rad.

Prilikom dizanja nekog tereta mi vršimo rad, pri čemu koristimo snagu svojih mišića ili nekog mehaničkog uređaja. Tako npr. lokomotiva vuče vagon i na taj način vrši rad, a sabijenja opruga će izvršiti rad ako je pustimo da se opruži, tj. da zauzme svoj normalan položaj, dok voda koja se kreće ili pada sa neke visine ima sposobnost da vrši rad. Prema tome, pokazalo se da u prirodi postoje različiti oblici energije, kao što su: **mehanička, toplotna, hemijska, vodena, električna, atomska** itd.

Kako tijela mogu da budu u stanju mirovanja ili kretanja, sve oblike energije možemo da podijelimo na:

- potencijalnu energiju - energija položaja,
- kinetičku energiju - energiju kretanja.

Potencijalna energija - energija položaja je sposobnost tijela da u određenom položaju ili s određenom deformacijom tijela izvrši neki rad.

U potencijalnu energiju ubraja se:

- energija sile Zemljine teže (podignuto tijelo na neku visinu od zemlje posjeduje potencijalnu energiju),
- vazduh ili plin sabijen u nekom sudu raspoláže potencijalnom energijom, a ta se energija naziva energija pritiska,
- hemijska energija (sva goriva raspolážu određenom energijom),
- atomska energija itd.

Kinetička energija - energija kretanja je energija koju tijelo posjeduje u kretanju.

Znači, svako tijelo u kretanju može da vrši rad.

U kinetičku energiju ubraja se:

- energija vjetra,
- energija svjetlosti,
- energija mase u kretanju (ispaljen metak ili kretanje zamajca),
- vodena energija (kretanje vode - mlaz vode),
- električna energija (pogon elektromotora) itd.

Primjer pretvaranja energije iz jednog oblika u drugi može se zorno sagledati kod postrojenja termoelektrane. U njoj se hemijska energija goriva (ugalj koji sagorijeva u ložištu parnog kotla) pretvara u toplotnu energiju vodene pare. Para, kao nosilac toplote, dovodi se parnoj mašini, a energija sadržana u pari pretvara u mehaničku energiju.

U električnom generatoru, koji je direktno vezan sa parnom mašinom, mehanička energija se pretvara u električnu, a ova opet može da se pretvori u mehaničku (pomoću elektromotora), ili u svjetlosnu (pomoću sijalice) ili u toplotnu (pomoću grijalice) itd.

1.1. MEHANIČKA ENERGIJA

Rad koji izvrši pogonska mašina zove se mehanička energija. Prema tome, rad je savladavanje sile na putu. Ako se želi podići neki teret na određenu visinu, mašina koja savladava njegovu težinu na tom putu vrši rad. Prema definiciji za rad možemo napisati izraz:

$$A = F \cdot l \text{ [Nm] ili [J]}$$

gdje je:

F - sila [N]

l - put [m]

Jedinica za mehanički rad, a time i za mehaničku energiju je njutnmetar [Nm], odnosno džul [J]. To je rad koji izvrši sila od jednog njutna (1 N) na putu od jednog metra (1 m).

Jedan isti rad može se izvršiti za duže ili kraće vrijeme, što znači da rad ne zavisi od vremena. Da bi se brzina vršenja rada mogla ocijeniti, potrebno je uzeti u obzir i vrijeme za koje je rad obavljen.

Rad u džulima izvršen u jednoj sekundi naziva se snaga ili efekat rada i mjeri se u vatima [W].

Iz definicije za snagu možemo napisati izraz:

$$N = \frac{A}{t} \left[\frac{J}{s} \right] = \frac{F \cdot l}{t} \left[\frac{Nm}{s} \right] = F \cdot v \left[\frac{Nm}{s} \right] = F \cdot v [W].$$

Osnovna jedinica za snagu jeste džul u sekundi $\left[\frac{J}{s} \right]$ odnosno vat [W].

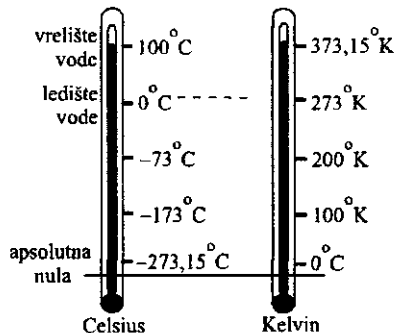
Kako je ova jedinica dosta mala, u tehnici se najčešće upotrebljava jedinica za snagu koja je 1.000 puta veća od jednog vata i zove se kilovat [kW].

1.2. TOPLOTNA ENERGIJA

Toplota je vrsta energije koju možemo pretvoriti u mehaničku energiju. Nekom tijelu se može povećati izvjesna količina toplotne energije zagrijavanjem, a isto tako se tijelu može i smanjiti izvjesna količina toplotne energije hlađenjem. Prema tome, **toplota je energija kretanja molekula od kojih je tijelo sastavljeno**. Što je u tijelu količina toplote veća, to su i brzina kretanja i jačina sudara molekula veći, pri čemu molekulima treba i veći prostor za njihovo kretanje. Iz ovih razloga se sva tijela pri zagrijavanju šire u svim pravcima.

Toplotnu energiju vodene pare koristimo za pogon klipnih parnih mašina i parnih turbina, pa kažemo da je vodena para nosilac toplotne energije. Za praksu je vrlo važno poznavati i temperaturu nekog tijela. Naprimjer, treba poznavati temeperaturu na kojoj se čvrsta tijela tope, tečna tijela očvršćavaju ili isparavaju, na kojoj se gasovi-plinovi kondenzuju - prelaze u tečnost itd. Nula stepeni Celzija pokazuje termometar u vodi u kojoj se led topi pri pritisku od jednog bara, a u vodi koja se isparava pokazaće 100°C. Međutim, temperatura ispod 0°C obilježava se sa minus (-). Najniža temperatura je -273,15°C i naziva se **apsolutna nula**. Temperatura mjerena od apsolutne nule naziva se **apsolutna temperatura** i mjeri se u stepenima Kelvina (°K). Temperatura izmjerena u °C obilježava se sa t , a izmjerena u °K obilježava se sa T .

Odnos između ovih temperatura je: $T^{\circ}K = t^{\circ}C + 273^{\circ}C$. Na sl. 1.1. pokazan je odnos između apsolutne skale i Celzijusove skale temperature gdje je: $0^{\circ}C = 273^{\circ}K$ a $0^{\circ}K = -273^{\circ}C$.



Slika 1.1.

Na temperaturi 0 °K ili -273,15 °C prestaje kretanje molekula nekog tijela, pa se za proračune termodinamičkih ciklusa i uzima apsolutna temperatura.

1.3. HEMIJSKA ENERGIJA

Sve materije koje se nalaze u prirodi većinom su hemijski spojevi osnovnih materija koje se zovu elementi. Spajanjem nekog elementa s kisikom nastaje hemijski proces koji se zove **oksidacija**. Ako oksidacija nastaje uz pojavu plamena, onda je to **sagorijevanje** pri kojem nastaje **toplota**. Materije koje pri sagorijevanju razvijaju toplotu zovu se goriva. Prema tome, energija neke materije nastala spajanjem pojedinih atoma ili molekula, sa kiseonikom naziva se **hemijska energija**. Hemijska energija pri sagorijevanju (spajanje materije i kiseonika uz pojavu plamena) pretvara se u toplotnu energiju.

Karakteristika goriva se najčešće ocjenjuje prema njegovoj toplotnoj moći.

Po definiciji, **toplota moć goriva je količina toplote u džulima koja se oslobađa pri potpunom sagorijevanju 1 kg materije kod čvrstog ili tečnog goriva; odnosno 1 Nm³ (normalni kubni metar) kod gasovitog goriva; pri potpunom sagorijevanju.**

Normalni kubni metar (1 Nm³) je količina nekog plina koja se nalazi u zapremini 1 m³ pri pritisku od 1 bara i temperaturi od 0°C.

Toplotna moć goriva izražava se u džulima po kilogramu (J/kg) za čvrsta i tečna goriva, a u džulima po normalnom kubnom metru (J/Nm³) za gasovita goriva. Toplotna moć goriva zavisi od njegovog hemijskog sastava. Od elemenata u gorivu najvažniji su za sagorijevanje ugljenik (C) i vodonik (H), a ostali su manje ili više štetni. Bez hemijske energije goriva, od koje proizvodimo toplotnu energiju kao pogonsko sredstvo za pogon toplotnih mašina, postrojenja za grijanje i druge potrebe u industriji, teško je zamisliti napredak čovječanstva.

1.4. ENERGIJA VODE

Skoro 3/4 cjelokupne Zemljine površine pokriveno je vodom. Pod djelovanjem Sunčeve toplote voda se isparava, diže u atmosferu, zatim hladi i u vidu kiše pada na Zemlju. Zato kažemo da se voda nalazi u prirodi u stalnom kružnom kretanju. U praktične svrhe voda se kao energija koristi najviše u fazi njenog slivanja - oticanja.

Potencijalna energija vodene mase koja struji sa višeg nivoa na niži pretvara se u kinetičku energiju, koja se može iskoristiti za dobivanje mehaničkog rada.

1.5. ELEKTRIČNA ENERGIJA

Električna energija je najekonomičnija i najprikladnija vrsta energije za prijenos na velike udaljenosti. Električnu energiju lahko možemo pretvoriti u druge vrste energije (toplota, mehanička, hemijska, svjetlosna), a nju dobijamo iz drugih vrsta energije, koje nazivamo izvorima električne energije ili energetskim izvorima.

Posebno poglavlje u razvitku elektrotehnike čini primjena električne energije u industriji. Ako se može reći da je para omogućila industrijsku revoluciju u devetnaestom vijeku, onda je isto tako sigurno da je električna energija omogućila današnju industrijsku revoluciju. Modernizaciju i automatizaciju industrije moguće je provesti primjenom električne energije, pa se zbog toga i grade brojne i snažne električne centrale - elektrane.

Elektrane u svom postrojenju kao energetski izvor najviše koriste parne, vodene ili plinske turbine, a manje se koriste oto i dizel motori. Tako turbine, vodenu ili toplotnu energiju pretvaraju u mehaničku, a ova se zatim u električnom generatoru pretvara u električnu energiju. Jedinica za jačinu električne struje je amper (A), za napon volt (V), a za snagu je vat (W).

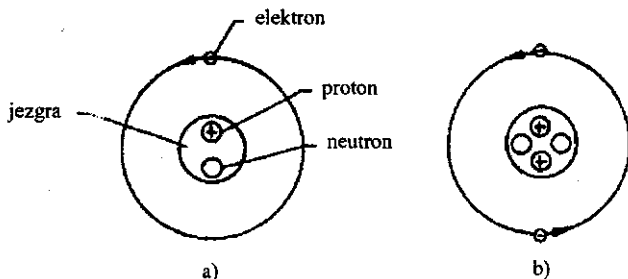
1.6. ATOMSKA ENERGIJA

Iz hemije znamo da je atom najsitnija čestica materije koja se hemijskim putem ne može dalje dijeliti. Atom se sastoji od atomske jezgre i određenog broja elektrona koji kruže oko nje (sl.1.2.). Atomska jezgra je glavni nosilac mase atoma i iznosi 99,89% ukupne mase jezgra.

Atomska jezgra sastavljeno je od pozitivno nabijenih protona i neutralnih neutrona. Protoni i neutroni u atomskom jezgri nazivaju se zajedničkim imenom nukleoni, što znači jezgro - nukleus.

Najjednostavniji atom je atom elementa vodonika (sl.1.2a.), gdje oko jezgra kruži samo jedan elektron. Atom vodonika sastoji se od jezgra koje ima proton i jedan neutron i ljuske po kojoj kruži elektron. Sljedeći atom je atom helija (sl.1.2b.) koji se sastoji od jezgra sa dva protona i dva neutrona oko kojeg kruže dva elektrona, dok u atomu urana oko jezgra kruže 92 elektrona.

Uz jednak broj protona u jezgri može postojati različit broj neutrona. Dva atoma koja imaju jednak broj protona, a različit broj neutrona imaju gotovo jednaka hemijska svojstva i isti redni broj u Mendeljejevom sistemu elemenata, ali različite atomske mase. Elementi koji imaju isti redni broj, a različite atomske mase zovu se izotopi.



Slika 1.2.

Izotopi se danas veoma mnogo upotrebljavaju u medicini i tehnici, a naročito su važni u proizvodnji atomske, odnosno nuklearne energije.

Zakon ekvivalencije mase i energije. Pitanje ekvivalencije riješio je Ajnštajn svojom teorijom relativiteta. On je dokazao da masa nije stalna i da je tijesno povezana sa energijom. Ako tijelo izgubi na energiji, taj se gubitak odmah odražava u smanjenju njegove mase i, obratno, dobije li neko tijelo energiju od drugog izvora, njegova se masa povećava. Između mase i energije postoji strogi odnos. Masa i energija su osnovna svojstva materije, pa prema tome - nema energije bez mase ni mase bez energije.

Prema Ajnštajnovoj teoriji relativiteta je, da svakoj količini energije (E) pripada masa (m), tj. svaka masa ima odgovarajuću količinu energije, pa je:

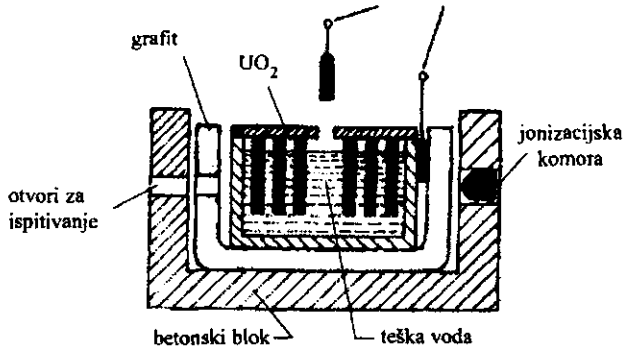
$$E = m \cdot c^2$$

gdje je m masa, a c brzina svjetlosti.

Prema tome, atomska energija je ona energija koja nastaje smanjenjem atomske mase.

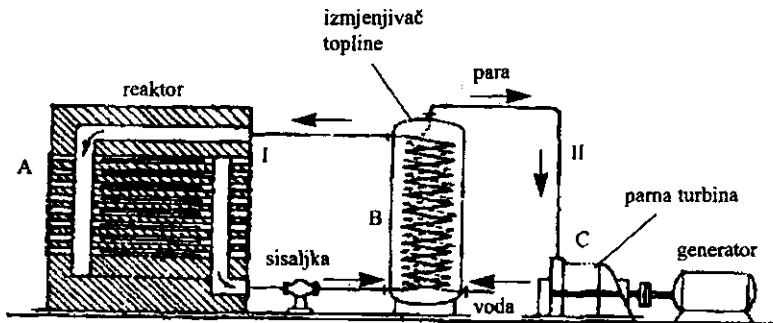
Atomski reaktor (sl. 1.3.) Prvi atomski reaktor izgrađen je u Čikagu 1942. godine. To je šuplji betonski blok koji ima otvore različitih dimenzija za razne svrhe. S unutrašnje strane betonskog zida nalazi se reflektor od grafita koji zaustavlja i vraća neutrone neophodne za rad reaktora, te tako omogućuje da se upotrijebi manja količina urana i teške vode. Oko reaktora nalazi se oklop koji štiti okolinu od štetnog radioaktivnog zračenja.

Unutrašnjost reaktora je njegov aktivni dio koji se sastoji od spremnika teške vode u koju su postavljene uranove šipke (UO_2) i kontrolne šipke. Kontrolne šipke građene su od kadmija ili bormog čelika koji upija neutrone, a služi za regulisanje snage reaktora.



Slika 1.3.

Odvođenje toplote iz reaktora vrši se na sljedeći način: rashladno sredstvo prolazi kroz reaktor i sa sobom nosi toplotu iz reaktora, a zatim u izmjenjivaču toplote predaje toplotu vodi radi stvaranja pare (sl. 1.4.). Proizvedena para tjera parnu turbinu, a zatim odlazi u kondenzator gdje se pretvara u vodu koja ponovo odlazi u izmjenjivač toplote i tako se ciklus ponavlja.



Slika 1.4.