

POVEĆANJE EFIKASNOSTI MOTORIZOVANIH KLIPNIH PUMPI

Jovan Marjanović
dipl. inž. elektrotehnike

e-mail: jovan173@yahoo.ca

VEMIRC - Istraživačko-razvojni centar Veljko Milković, Novi Sad
28. mart 2015. Novi Sad, Srbija

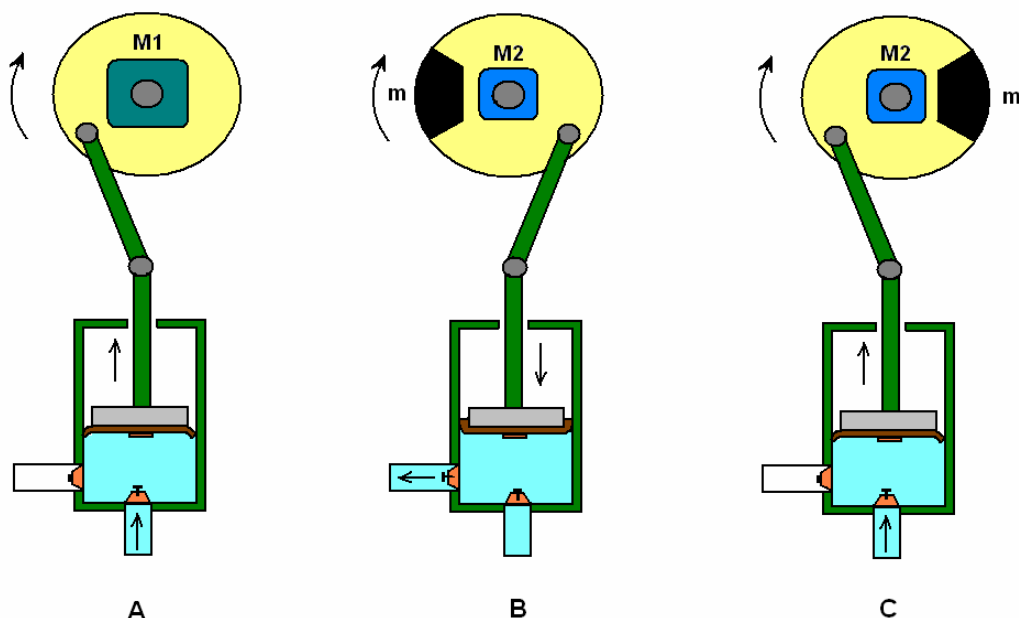
APSTRAKT

Cilj rada je da pokaže povećanje energetske efikasnosti kod sistema za pogon klipnih pumpi jednostranog dejstva ako koriste teg ili klatno. Takođe će biti prikazano dodatno povećanje efikasnosti kod pogona koji koriste klatno za slučajeve gde je statičko trenje između klipa i cilindra znatno veće od kinetičkog trenja.

Ključne reči: klipne pumpe, efikasnost, klatno, statičko trenje, kinetičko trenje.

EFIKASNOST MOTORIZOVANOG POGONA KLIPNIH PUMPI

Klipne pumpe rade tako što im se klip kreće linearno, gore-dole. Kod pumpi jednostranog dejstva podizanje fluida se vrši tokom kretanja klipa nagore, a pražnjenje fluida iz cilindra se vrši prilikom kretanja klipa nadole. One se uglavnom koriste za ispumpavanje vode i nafte sa velikih dubina, jer druge pumpe nisu pogodne za velike dubine. Da ne bi došlo do prekida kolone fluida, usled velike težine, koriste se jednosmerni ventili na određenim dubinama. Za pražnjenje cilindra se koristi veoma mala snaga u odnosu na snagu potrebnu da se podigne fluid sa velike dubine. Ako se pumpa voda sa 100 m dubine, tada čak iako se fluid podiže samo desetak centimetara u jednom zamahu, potrebna je velika energija da se podigne celokupna masa tečnosti u cevi dugačkoj 100 m. Možemo zamisliti kolika energija je potrebna za pumpanje nafte sa 3.000 m. Naravno, ako postoji pritisak u zemlji koji tera fluid nagore do određene visine onda je potrebna daleko manja energija za ispumpavanje, jer se fluid podiže sa te visine, a ne sa dna bušotine.



Slika 1

Na *slici 1* su prikazani sistemi za pogon klipne pumpe bez tega i sa tegom. Klipna pumpa je jednosmerna i ima dva jednosmerna ventila.

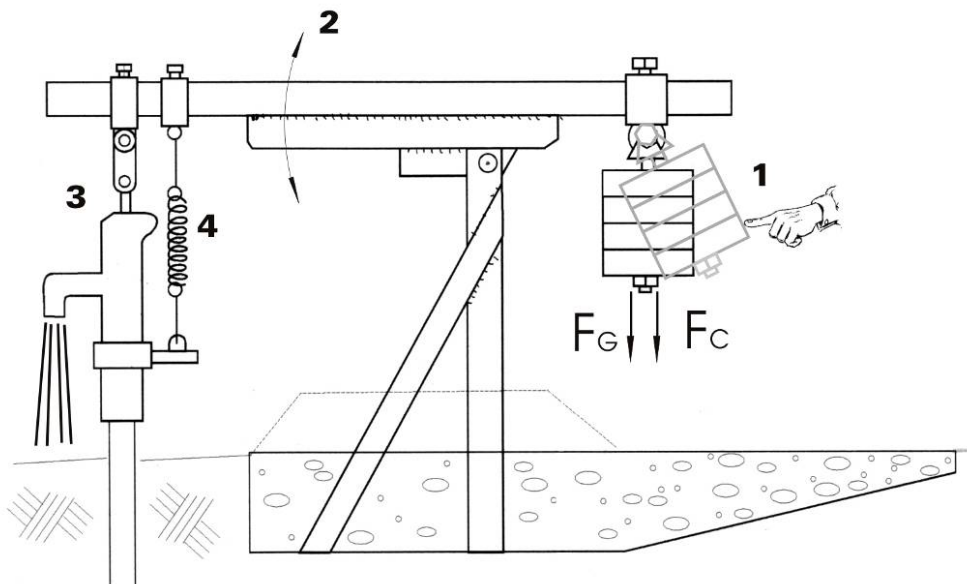
Na *slici 1 A* se vidi pumpa koju pogoni motor *M1*. Pomoću točka i sistema poluga rotaciono kretanje rotora motora se pretvara u linearno kretanje klipa pumpe. Naravno, motor mora da ima reduktor tako da se točak sporo okreće, jer klipne pumpe kao i svi linearni mehanizmi, se kreću sporo. Motor mora da ima veliku snagu da podiže fluid sa velike dubine. On tu snagu koristi samo polovinu vremena, kada se klip kreće naviše. Kada se klip kreće naniže, motor radi u praznom hodu.

Na *slici 1 B* se vidi pumpa koju pogoni motor *M2* koji ima duplo manju snagu od motora *M1*. Na točku sistema je montiran teg mase *m*. Masa tega treba da bude jednaka polovini mase fluida u cevi koji se podiže sa određene dubine. Kada se klip kreće naniže on ispumpava tečnost iz cilindra pumpe što praktično ne zahteva nikakvu snagu. Motor *M2* tada može da podiže masu *m* naviše, tako da ne radi u praznom hodu.

Na *slici 1 C* se vidi isti sistem sa *slike 1 B*, ali u trenutku kada se klip kreće naviše. Tada motor *M2*, koji je duplo slabiji od motora *M1*, ne bi mogao sam da podiže fluid sa dubine, ali mu pomaže masa *m* koja je akumulirala gravitacionu energiju za vreme ciklusa prikazanog na *slici 1 B*. Na ovaj način ispumpavanje može da radi sa duplo slabijim motorom nego u slučaju kada nema tega. Pošto elektromotori imaju efikasnost od 70% do 80%, to znači da gubici energije iznose između 20% i 30%. Duplo slabiji motor iste efikasnosti će imati gubitke manje za 10% do 15% u poređenju sa jačim motorom. Tolika je ušteda energije sistema sa tegom u odnosu na sistem bez tega.

UTICAJ TRENJA NA EFIKASNOST POGONA PUMPE

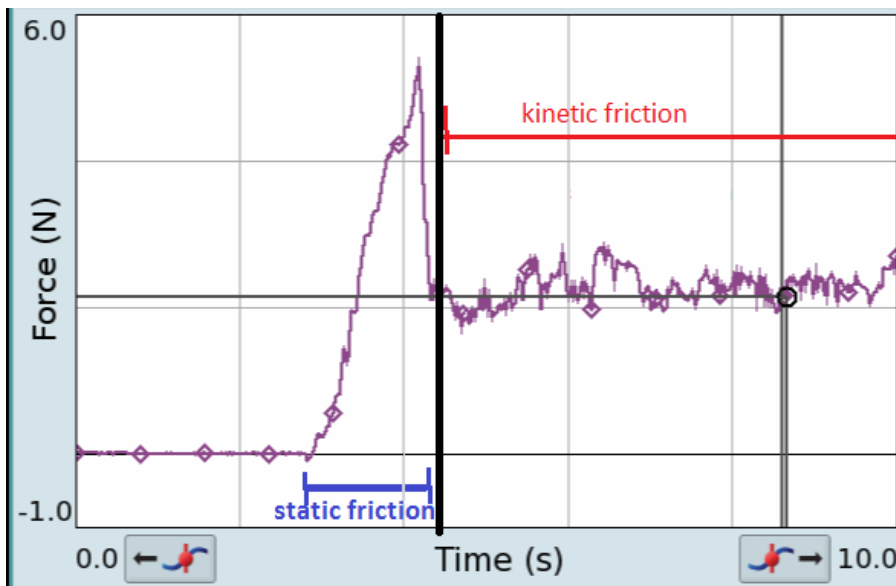
Postoji jedan manje poznat razlog za korišćenje bilo sistema sa tegom bilo sistema sa klatnom akademika Veljka Milkovića (www.veljkomilkovic.com) za pogon pumpi.



Slika 2. Pumpa sa vodu sa klatnom – praktična primena dvostepenog mehaničkog oscilatora akademika Veljka Milkovića

Poznato je da se suvo trenje sastoji iz statičkog trenja i kinetičkog trenja. Statičko trenje je početno trenje koje je potrebno savladati da bi se sistem pokrenuo. Kinetičko trenje zavisi od normalne sile i koeficijenta trenja i uglavnom se ono proučava u školama. Ono je uvek nešto manje od statičkog trenja. Ako su obe površine od metala ili obe od teflona tada je kinetičko trenje slično statičkom.

Koeficijent trenja se obično kreće između 0,3 i 0,6. Teflon ima najmanji koeficijent trenja koji iznosi oko 0,04. Guma ima najveći koeficijent trenja koji se kreće od 1 do 2. Vidi se da koeficijent trenja može da bude veći od 1.

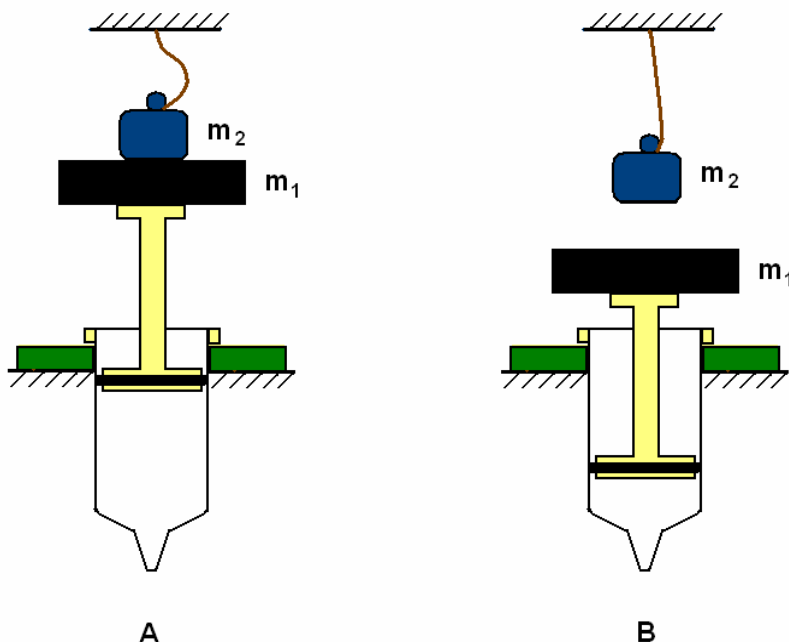


Slika 3

Na slici 3 se vidi primer gde je statičko trenje duplo veće od kinetičkog¹. Slična situacija gde statičko trenje može biti dosta veće od kinetičkog je i u slučaju cilindra sa klipom. Primer je običan špric za injekcije. Možemo stavljati tegove na klip šprica i videćemo da je potrebna veća masa da klip krene naniže. Tada će klip naglo propasti dole, jer kada jednom krene naniže nije više potrebna velika sila za njegovo kretanje. Slična situacija je i kod klipnih pumpi. Na slici 4 je predlog kako da se izmeri statičko i dinamičko trenje kod šprica koji ima gumeni dihtung.

Normalnu silu kod šprica stvara gumeni dihtung koji pritiska zid šprica da bi napravio vakuum. Ako je dihtung istrošen, normalna sila će biti mala pa samim tim i trenje, ali će tada biti i slab vakuum u cilindru šprica. Slična situacija je i kod klipnih pumpi, mada se tamo umesto gumenog često koristi kožni dihtung.

¹ Primer je preuzet iz članka *Friction: Wikipedija - slobodna enciklopedija*. Podaci su skupljeni u fizičkoj laboratoriji korišćenjem Vernier Dual-Range senzora sile.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Friction>



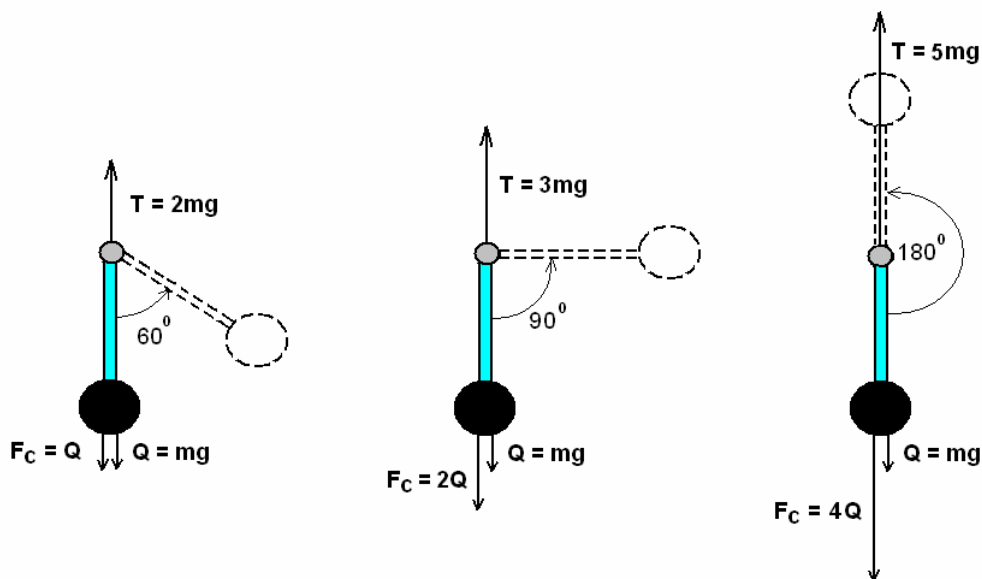
Slika 4

Špric je fiksiran, a na njegov klip se stavljaju dve mase: m_1 i m_2 . One se moraju tako izabrati da njihova zajednička težina bude jača od sile statičkog trenja tako da pokrenu klip naniže. Masa m_2 je zavezana tako da kada klip krene naniže, samo će masa m_1 dalje gurati klip naniže. To znači da masa m_1 mora tako da se izabere da njena težina bude jača od sile kinetičkog trenja u špricu.

SILA ZATEZANJA KOD DVOSTEPENOG MEHANIČKOG OSCILATORA

Prednost pogona pumpe sa dvostepenim mehaničkim oscilatorom je taj što klatno pored svoje težine stvara i centrifugalnu silu koja može da bude i do četiri puta veća od težine klatna. To znači da ukupna sila zatezanja u dršci klatna može da bude i do pet puta veća od težine klatna. Ako bi početni ugao klatna bio 60 stepeni od vertikale, tada bi ukupna sila zatezanja u donjoj tački bila dva puta veća od težine klatna. Ako bi početni ugao klatna bio 90 stepeni od vertikale, tada bi ukupna sila zatezanja u donjoj tački bila tri puta veća od težine klatna. Ako bi početni ugao klatna bio 180 stepeni (najviša tačka) tada bi ukupna sila zatezanja u donjoj tački bila pet puta veća od težine klatna. To znači da klatno stvara jaku udarnu silu koja može lako da probije statičko trenje, čak iako bi se kožni dihtung klipa malo zaglavio.

Na slici 5 se vide gore navedene tri početne pozicije klatna sa odgovarajućom centrifugalnom silom F_c u donjoj tački kao i ukupnom silom zatezanja T koja deluje na tačku vešanja klatna.



Slika 5

Kada se statičko trenje savlada i tačka vešanja klatna pokrene naniže, usled kretanja klipa pumpe naviše, centrifugalna sila će naglo početi da slabi. Centrifugalna sila slabi i zbog smanjenja brzine klatna i zbog povećanja poluprečnika njegove putanje². Međutim, tada će da oslabi i trenje između klipa i cilindra tako da će se energija klatna efikasno predavati pumpi. Treba međutim istaći da ako je potrebno veće kretanje tačke vešanja klatna, zbog velikog hoda klipa pumpe, tada je potrebno osigurati da centrifugalna sila ne oslabi previše. To se postiže sa produženjem drške klatna tako da relativan odnos između kretanja tačke vešanja i dužine klatna bude uvek mali³. Pošto period oscilovanja klatna zavisi od kvadratnog korena dužine klatna, produženje klatna će da malo uspori sistem. To međutim nije mnogo bitno, jer klipne pumpe uvek rade sporo, naročito ako imaju duži hod klipa.

ZAKLJUČAK

Zaključak je da kod pumpi sa velikim statičkim trenjem u odnosu na kinetičko trenje (između cilindra i dihtunga klipa), sistem sa dvostepenim osilatorom je efikasniji od sistema sa običnim tegom, jer ne zahteva povećanje snage pogonskog motora za proboj statičkog trenja.

² Za tačan proračun gubitka centrifugalne sile videti autorov rad: Jovan Marjanović, *Kinetički momenat, parametarski oscilator i over juniti*, 2010.
http://www.veljkomilkovic.com/Docs/Jovan_Marjanovic_Kineticki_Momenat_i_Overjuniti.pdf

³ Za detaljne proračune vidi autorov rad: Jovan Marjanović, *Preporuke za konstrukciju i merenje dvostepenog mehaničkog oscilatora*, 2012.
http://www.veljkomilkovic.com/Docs/Jovan_Marjanovic_Preporuke_za_konstrukciju_i_merenje.pdf

REFERENCE

- [1] Opis uređaja i mišljenja na internet sajtu akademika Veljka Milkovića
<http://www.veljkomilkovic.com/Misljenje.htm>
- [2] Članak o trenju iz *Wikipedije - slobodna enciklopedije: Friction*
<http://en.wikipedia.org/wiki/Friction>
- [3] dr Lazar Rusov, *MEHANIKA III, DINAMIKA*, Naučna Knjiga, Beograd, 1994.
- [4] Jovan Marjanović, *Kinetički momenat, parametarski oscilator i over juniti*, 2010.
http://www.veljkomilkovic.com/Docs/Jovan_Marjanovic_Kineticki_Momenat_i_Overjuniti.pdf
- [5] Jovan Marjanović, *Preporuke za konstrukciju i merenje dvostepenog mehaničkog oscilatora*, 2012.
http://www.veljkomilkovic.com/Docs/Jovan_Marjanovic_Preporuke_za_konstrukciju_i_merenje.pdf
- [6] Vlatko V. Vuković, Slobodan N. Tašin, *Uvod u hidropneumatsku tehniku*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2006.

Objavljeno u Novom Sadu, Srbija
28. marta 2015.

Jovan Marjanović
dipl. inženjer elektrotehnike



www.veljkomilkovic.com

www.pendulum-lever.com