

## KONSTRUKCIJA, KARAKTERISTIKE I PRIMENA U POLJOPRIVREDI ELEKTROMAGNETA ZA MAGNETNU OBRADU VODE

### CONSTRUCTION, CHARACTERISTICS AND IMPLEMENTATION IN AGRICULTURE OF ELECTROMAGNET FOR THE MAGNETIC TREATMENT OF WATER

Vukić, Đ.\* , Stajić, Z.\*\* , Vukić, Marija\*\*\*, Radovanović, N.\*\* , Ercegović, Đ.\* , Radičević, B.\*

#### REZIME

*U radu su date karakteristike specijalnog elektromagneta transformatorskog tipa MOV – 2 za magnetnu obradu vode radi njene dalje upotrebe u raznim oblastima nauke, industrije, poljoprivrede i medicine. Elektromagnet je originalno tehničko rešenje koje svojom konstrukcijom omogućava dobijanje visokih vrednosti magnetne indukcije, regulaciju parametara magnetnog polja i kontinualno podešavanje optimalne dužine vazdušnog zazora u kome se nalazi cev sa vodom koja se magnetno obrađuje. Primena magnetisane vode konkretizovana je na oblast poljoprivrede.*

Ključne reči: elektromagnet, voda, magnetna obrada, magnetna indukcija, poljoprivreda

#### SUMMARY

*This paper presents the characteristics of a special, transformer-type electromagnet MOV-2 that can be used in the magnetic treatments of water, for the purpose of its further use in various fields of science, industry, agriculture and medicine. This electromagnet is the original technical solution. Its construction makes it possible to obtain high values of magnetic induction, to regulate magnetic field parameters and continuously adjust the length of the air-gap in which a tube containing water which is treated magnetically is placed. The use of magnetized water is applied to the field of agriculture.*

Key words: electromagnet, water, magnetic treatment, magnetic induction, agriculture

\* dr Đukan Vukić, red. prof., dr Đuro Ercegović, red. prof., dipl. inž. el. Branko Radičević, asistent pripravnik, Poljoprivredni fakultet - Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, 11080 Beograd - Zemun

\*\* dr Zoran Stajić, docent, dipl.inž el. Nenad Radovanović, Elektronski fakultet, Beogradska 30, 18000 Niš

\*\*\* dr Marija Vukić, naučni saradnik, Saobraćajni institut CIP, Nemanjina 6, 11000 Beograd

## UVOD

Elektromagnet MOV – 2 za magnetnu obradu vode rezultat je istraživanja u okviru Projekta tehnološkog razvoja MHT.2.08.0116B i prvenstveno je namenjen za magnetnu obradu zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata, koji inače spadaju u izuzetno kompleksne zagađivače životne sredine. Njegova primena je, naravno, moguća i za istraživanja u oblasti primene magnetisane vode i u drugim oblastima, uključujući i oblast poljoprivrede.

Dosadašnja istraživanja u okviru realizacije navedenog projekta, [1], kao i iskustva drugih autora, [2], [3], pokazala su da se pri propuštanju vode kroz elektromagnetno polje menjaju neke njene karakteristike i to: gustina, viskoznost, elektroprovodljivost, površinski napon, pH vrednost, dielektrična konstanta, dijamagnetizam, optička svojstva, hidratacija dijamagnetnih jona (smanjenje) i paramagnetnih jona (povećanje) i dr. Osim toga, pri magnetnom tretmanu vode javljaju se i sledeći fizičko–hemijski efekti: ubrzavanje i pojačavanje koagulacije, ubrzavanje rastvaranja čvrstih materija u vodi, promena koncentracije rastvorenih gasova, omekšavanje vode, smanjenje korozivnih svojstava, istaložavanje minerala i kamenca u obliku mulja (umesto čvrstih naslaga) itd. Svi navedeni efekti i promene ukazuju na moguće pozitivne efekte primene magnetisane vode u mnogim oblastima nauke, industrije, medicine, poljoprivrede i dr. Istraživanja pokazuju da je poljoprivreda oblast gde primena magnetisane vode daje značajne efekte, [4], kao što je npr.: pozitivan uticaj na rast biljaka, odsoljavanje zemljišta, poboljšanje kvaliteta semena kvašenjem magnetisanom vodom pre setve. Pozitivni efekti su već uočeni i u oblasti živinarstva.

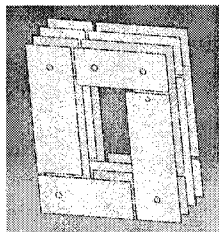
Nakon konstrukcije elektromagneta MOV – 1, [5] i istraživanja koja su uz njegovu primenu sprovedena ukazala se potreba za konstrukcijom novog elektromagneta MOV – 2, čije se karakteristike izlažu u ovom radu, i koji omogućava dobijanje znatno jačih magnetnih polja, i kod koga su značajno poboljšane regulacione karakteristike i izvedba pokretnog jarma, smanjeno magnetno rasipanje i dodatni gubici i ugrađena efikasna zaštita od preteranog zagrevanja.

## KONSTRUKCIJA ELEKTROMAGNETA MOV - 2

Osnovni zahtevi od kojih se pošlo prilikom projektovanja i konstrukcije elektromagneta MOV – 2 sastojali su se u sledećem, [6]:

- a. za izradu elektromagneta neophodno je upotrebiti feromagnetni materijal koga karakteriše visoka vrednost magnetne indukcije u oblasti zasićenja, a izolaciju namotaja izvesti materijalom koji pripada klasi F;
- b. za maksimalnu dužinu vazdušnog zazora elektromagneta magnetna indukcija treba da iznosi više od 1 T;
- c. dužina vazdušnog zazora treba da iznosi 50 mm, a širina treba kontinualno da se menja od 0 do 10 mm;
- d. magnetno rasipanje u okolini vazdušnog zazora svesti na što manju meru;
- e. elektromagnet treba da ima termičku zaštitu od preteranog zagrevanja;
- f. pogodnim izvođenjem priključnih krajeva na priključnu ploču omogućiti više različitih mogućnosti vezivanja namotaja elektromagneta.

U skladu sa tim zahtevima u Laboratoriji za električne mašine i elektromotorne pogone Elektronskog fakulteta u Nišu konstruisan je elektromagnet MOV – 2. Osnovni elementi konstrukcije tog elektromagneta su: magnetno kolo, pokretni jaram i električno kolo (namotaj).

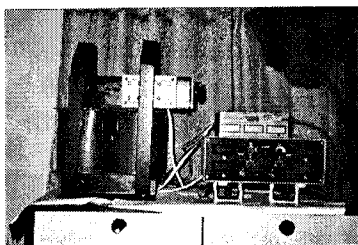


Slika 1. Formiranje jezgra elektromagneta  
Picture 1. Formation core of electromagnet

Magnetno kolo izrađeno je od toplo valjanog lima čija je oznaka MT – 93. Upotrebjeni limovi su debljine 0,35 mm i obostrano su izolovani lakiranjem. Dimenzije limova za jezgro (stub) su  $280 \times 75 \times 0,35 \text{ mm}^3$ . Način formiranja (pakovanja) jezgra prikazan je na slici 1.

Pokretni jaram je konstruisan tako da u celom opsegu njegovog kretanja brušena površina kraćeg stuba sve vreme bude priljubljena uz brušenu površinu jarma, čime je otklonjena mogućnost pojave vazдушnih zazora između kliznih površina. Problem magnetnog rasipanja rešen je tako što je mehanički sistem za pokretanje pokretnog dela jarma izrađen od neferomagnetnog materijala (mesing). Pomeranje pokretnog jarma radi dobijanja željene dužine vazdušnog zazora vrši se pomoću navojnog vretena na kome se nalazi točak pomoću koga se vrši ručno obrtanje vretena.

Na osnovu matematičkog modela elektromagneta MOV – 2 i izvršenih proračuna, [7], kao i specifičnih zahteva koje ovaj elektromagnet treba da ispuni dobijeno je da gustina struje treba da iznosi  $J\sqrt{V}=1,3 \text{ A/mm}^2$  i da provodnik od koga će biti izrađen namotaj bude tipa TERMODUR H  $180^\circ\text{C L } 2/5$  (lakirana žica klase H) čija površina poprečnog preseka iznosi  $S=0,9852 \text{ mm}^2$ . Proračunom je dobijeno da je potreban broj navojaka  $N' = 7651$ . Radi uzimanja u obzir rasutog magnetnog fluksa i magnetnog pada napona u gvožđu usvojeno je da broj navojaka elektromagneta bude  $N' = 8000$ . Taj broj navojaka raspoređen je u dva polunamotaja sa po 28 sloja od kojih svaki ima po 143 navojaka. Svaki polunamot je montiran na jedan stub magnetnog kola, što znači da se svaki polunamot sastoji od po 4000 navojaka, pri čemu je na svakih 1000 navojaka izveden poseban izvod koji je doveden do priključne ploče čime je omogućeno različito povezivanje pojedinih delova namotaja.



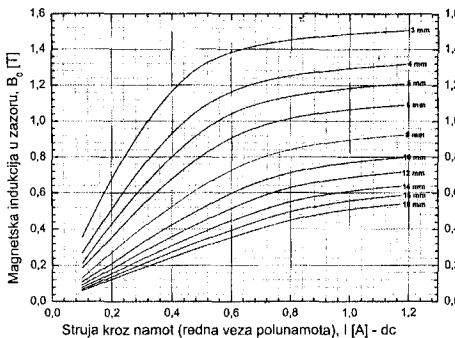
Slika 2. Elektromagnet MOV-2  
Picture 2. Electromagnet MOV-2

Korišćenje elektromagneta MOV – 2 u eksperimentalne svrhe, kada se zahtevaju vrlo velike jačine magnetne indukcije može dovesti do preteranog zagrevanja i oštećenja izolacionog sistema. Zato je prilikom projektovanja i konstrukcije elektromagneta predviđena termička zaštita koja obezbeđuje njegovo odvajanje od izvora napajanja kada temperatura pređe zadanu vrednost.

Termička zaštita je realizovana pomoću temperaturnih sondi ugrađenih u namotaj i upravljačkog kola koje se sastoji od niskonaponskih automatskih osigurača MC 32 6 A, temperaturnog zaštitnog relea TZR 220 i energetskog kontaktora CNM 16, [7].

Na slici 2 prikazan je konačni izgled elektromagneta MOV – 2 sa izvorom za napajanje.

## RADNE KARAKTERISTIKE



Slika 3. Karakteristike  $B=f(I)$   
Picture 3. Characteristics  $B=f(I)$

Nakon završetka konstrukcije elektromagneta MOV – 2 izvršena su detaljna ispitivanja njegovih radnih karakteristika kako radi uvida u njegove osobine tako i radi dobijanja potrebnih dijagrama koji će biti korišćeni tokom njegove primene. Iz mnoštva dobijenih karakteristika ovde navodimo najvažniju, a to je zavisnost magnetne indukcije u zazoru (u kome se nalazi cev sa vodom koja se magnetno obrađuje) od struje kroz namotaj elektromagneta i to za slučaj kada su polunamoti redno vezani. Pri tome su dobijene zavisnosti za 10 različitih dužina zazora u rasponu od 3 do 18 mm.

Kao što se sa slike 3 vidi pomoću elektromagneta MOV – 2 moguće je dobiti magnetnu indukciju u vazдушnom zazoru u

intervalu od 0 do 1,5 T, što pruža velike mogućnosti u istraživanjima vezanim za primenu magnetisane vode u mnogim oblastima nauke i tehnike.

## PRIMENA U POLJOPRIVREDI

Konstrukcija uređaja i sistema za magnetnu obradu vode i primena efekata koji nastaju dejstvom magnetnog polja na vodu predmet je velikog interesovanja u svetu. O tome svedoči i činjenica da je pretraživanjem patentnih datoteka na Internetu moguće izvršiti uvid u više hiljada odobrenih patenata sa konstrukcijama i postupcima primene magneta u tretiranju i preradi vode za različite namene (npr. patentna datoteka *ESPACENET*).

Nakon završetka konstrukcije i ispitivanja elektromagneta MOV – 1 i MOV – 2 i njihove primene za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata, na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu započelo je istraživanje u oblasti primene magnetisane vode u poljoprivredi. Prvi rezultati se u tom smislu mogu očekivati u toku naredne poljoprivredne sezone.

Dosadašnji rezultati do kojih se došlo u svetu ukazuju na to da efekti primene magnetisane vode u poljoprivredi mogu biti veoma značajni, [4]. Navedimo samo neke od njih.

Zalivanje biljaka magnetisanom vodom ima pozitivan uticaj na rast biljaka. Prema [8], kod suncokreta zalivanog magnetisanom vodom povećanje visine je oko 20 %, a kod soje za oko 40 %. Kod kukuruza nije uočeno povećanje visine, ali je utvrđeno povećanje debljine stabla za oko 25 %. Povećanje prinosa je naročito izraženo kod soje. Istraživanja koja su sprovedli Lisin i Molčanov (SSSR), [9], pokazala su da je zalivanjem magnetisanom vodom prinos luka i šargarepe povećan za 22 %, a graška za 14 %, dok je povećanje mase plodova paradajza 18 %, a cvetanje ranije za 2 dana.

Istraživač Ergun sa Univerziteta u Mičigenu vršio je opit zalivanja magnetisanom vodom paradajza i dobio za 30 % bolje ukupne pokazatelje u odnosu na kontrolne biljke, [10]. Istraživač M. Markov sa Univerziteta u Sofiji je takođe sproveo opit zalivanja paradajza

magnetisanom vodom i dobio povećanje prinosa za 21 %, a u plodovima je bilo sadržano 10 % više mineralnih soli što govori o poboljšanju kvaliteta paradajza, [11]. Istraživači Jakovlev i Kolobenkov (SSSR) sproveli su istraživanja o uticaju magnetisanih voda na biljke pri zalivanju graška, soje, rotkvica, paradajza, krastavaca, kukuruza i drugih kultura i utvrdili povećanje prinosa za 10 do 45 %, [12].

U Saratovskoj oblasti (SSSR) u toku pet godina sprovedeni su opiti pri zalivanju pšenice magnetisanom vodom i dobijeno je povećanje prinosa za 15 do 23 %. Razjašnjen je i agrohemijski razlog povećanja prinosa, jer zalivanje magnetisanom vodom poboljšava snagu asimilacionog aparata i akumuliranje većeg foto sintetičkog potencijala u nadzemnoj biomasi, [12].

Primena magnetisane vode za predsetveno kvašenje semena takođe daje pozitivne rezultate. Tako je prema rezultatima istraživanja Naučno-istraživačkog instituta u Kubanu (SSSR), [13] kod cvekle dobijeno povećanje prinosa za 7 do 15 %, a kod pirinča za 14 %.

Pogodnost primene magnetisane vode uočena je i za odsoljavanje zemljišta, [2] i to zbog toga što magnetisana voda ima povećanu sposobnost rastvaranja soli koja je prisutna u zemljištu.

I u oblasti živinarstva dobijeni su pozitivni rezultati prilikom primene magnetisane vode koji se ogledaju u povećanju težine pilića i prinosu jaja i smanjenju uginuća pilića, posebno u prvoj nedelji, [2].

Navedeni rezultati predstavljaju dobru osnovu za dalja istraživanja koja treba da budu praćena kontrolom tehnoloških aspekata dejstva magnetisane vode na kvalitet proizvoda, zdravlje ljudi i životnu sredinu.

## ZAKLJUČAK

Elektromagnet MOV – 2 predstavlja potpuno originalno tehničko rešenje koje omogućava magnetnu obradu vode u širokom intervalu promene vrednosti jačine magnetnog polja i magnetne indukcije. Upotrebljeni materijal za izradu električnog i magnetnog kola, konstruktivno rešenje pokretnog jarma sa mehanizmom za njegovo pokretanje i ugrađena termička zaštita pružaju velike mogućnosti za istraživanja u oblasti magnetne obrade vode i njene primene u raznim oblastima nauke i tehnike. Posebno interesantna oblast primene magnetisane vode jeste poljoprivreda. Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju da primena magnetisane vode daje dobre rezultate u stimulanju rasta biljaka, povećanju prinosa i kvaliteta mnogih poljoprivrednih proizvoda, odsoljavanju zemljišta, kao i u oblasti živinarstva.

Napomena: Ovaj rad urađen je u okviru realizacije naučno-istraživačkog projekta tehnološkog razvoja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Srbije, br. MHT.2.08.0116B.

## LITERATURA

- [1] Vukić Marija i dr.: „Istraživanje i razvoj metoda za prečišćavanje zauljenih otpadnih voda iz železničkih stacionarnih objekata u Srbiji”, Projekat tehnološkog razvoja MNTR, MHT.2.08. 0116B, Beograd (2002 – 2004);
- [2] Klassen B. I.: „Omagnichivanie vodninih sistem”, „Himija”, Moskva (1982);
- [3] Veselinović D. S., Gašparov I. A., Dolinga L.T.: „Uticaj magnetne obrade rastvora na pH i provodljivost”, XIII Jugoslovenski simpozijum iz elektrohemije, Vrnjačka Banja (1995);
- [4] Vukić Marija, Ercegović Đ., Vukić Đ.: „Pogodnosti primene magnetisane vode u poljoprivredi”, Traktori i pogonske mašine br. 3, str. 129-136, Novi Sad (2003);
- [5] Vukić Đ., Stajić Z., Vukić Marija: „Konstrukcije i karakteristike elektromagneta za magnetnu obradu zauljenih

- otpadnih voda”, časopis „Poljoprivredna tehnika”, br. 1/2, str. 45-52, Beograd (2002);
- [6] Stajić Z., Milčić N., Vukić Marija, Vukić Đ.: „Elektromagnet sa pokretnim jarmom za magnetnu obradu vode”, časopis „Poljoprivredna tehnika”, br. 1/2, str. 101-107, Beograd (2003);
- [7] Milčić N.: „Projektovanje izrada i ispitivanje specijalnog elektromagneta sa pomičnim jarmom”, diplomski rad, Elektronski fakultet, Niš (2003);
- [8] Dardimov I.V., Brehman I.I., Krilov A.V.: „Vaprosi gematologii, radiobiologii i biologiceskoga dejstvija magnitnih polej”, Tomsk, Tomskij universitet, 325-328 (1965);
- [9] Lisin V.V., Molčanova L.G., Kniga: „Materiali”, XI naučnoitogovoj konferencii Semipalatinskogo medicinskogo instituta, Semipalatinsk, Knižnoe izdateljstvo, 37-38 (1967);
- [10] Ergun At., Bogazici Universitesi Dergisi, Muehendislik-Engineering, V.2, p. 34. (1974);
- [11] Markov M., Avto ref. dis. Sofija, Vist. Energetičeskij institut (1976);
- [12] Jakovlev N. P., Kolobenkov K. I., Poljakov N. I.: „Stepnie prostori”, No 10, 38-39 (1977);
- [13] Lebednik A. I., Zolotareva T. A., „Saharnaja svekla”, No 5 (1968).

Rad primljen: 25.10.2004.

Rad prihvaćen: 01.11.2004.