

DOI: 10.5281/zenodo.3611191

CZU: 621.3.03

ESTIMAREA PARAMETRILOR SISTEMULUI FIABIL PENTRU PRELUCRAREA PRODUSELOR AGRICOLE

Victor POPESCU, Leonid MALAI

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. This paper is devoted to research on the determination of parameters and regimes of operation of the electro-hydraulic system for primary processing of agricultural products. The electro-hydraulic system, developed at the State Agrarian University of Moldova, consists of a discharge chamber with electrodes, a spark gap discharger, a condensator, a step-up transformer 100/30 000, a step-down transformer 220/100 and a self-regulating transformer. The system under study was tested for various applications: for oil extraction from sunflower seeds and walnut kernels as well as for high voltage pulse treatment of milk and fruit and vegetable juice. It showed the following advantages: energy expenditure reduction, easiness in utilization and enhanced reliability.

Key words: Electro-hydraulic system; High voltage pulses; Electrode system; Electro-hydraulic effect; Agricultural products treatment.

Rezumat. În lucrare se prezintă rezultatele estimării parametrilor constructivi și tehnologici ai sistemului electrohidraulic pentru prelucrarea primară a produselor agricole. Sistemul electrohidraulic, elaborat la Universitatea Agrară de Stat din Moldova, constă din: cameră de descărcare cu electrozi, descărcător eclator, condensator, transformator de ridicare 100/30 000, transformator de coborâre 220/100 și autotransformator de reglare. În cadrul cercetărilor sistemul luat în studiu a fost testat pentru diverse aplicații (extragerea uleiului din semințe de floarea-soarelui și din miez de nucă, tratarea cu impulsuri de tensiune înaltă a laptelui și a sucului de fructe și legume), prezentând următoarele avantaje: reducerea cheltuielilor de energie, ușurință în procesul de utilizare și fiabilitate sporită.

Cuvinte-cheie: Sistem electrohidraulic; Impulsuri de tensiune înaltă; Sistem cu electrozi; Efect electrohidraulic; Tratarea produselor agricole.

INTRODUCERE

Actualmente, tehnologiile de prelucrare, inclusiv cele din sectorul agrar, se perfecționează cu pași rapizi. Acest fapt impune anumite cerințe noilor tehnologii și sisteme, prioritare fiind micșorarea consumului de resurse energetice, inclusiv a energiei electrice, și sporirea fiabilității. Utilizarea tehnologiilor bazate pe efectul electrohidraulic la tratarea produselor agricole se caracterizează printr-un consum redus de energie electrică și un nivel înalt de fiabilitate. Aceste performanțe sunt primordiale pentru asigurarea nivelului sporit de eficiență al tehnologiilor de prelucrare în condițiile de mediu agresive din sectorul agrar.

Efectul electrohidraulic este un procedeu nou de convertire a energiei electrice în energie mecanică și reprezintă efectul descărcării electrice care acționează asupra lichidului și asupra tuturor materialelor care se găsesc în lichidul de descărcare. Acțiunile puternice ale descărcării au loc în toată masa lichidului de descărcare și produc efecte de distrugere sau deformare a materialelor care se găsesc în zonă. Totodată, descărcarea are și un puternic efect bactericid, care se manifestă prin distrugerea microorganismelor care se găsesc în lichid.

Datorită acțiunilor sale, efectul electrohidraulic poate fi folosit atât în industrie, cât și în agricultură, la prelucrarea sau tratarea produselor agricole, în special la tratarea și sterilizarea lichidelor, inclusiv a sucurilor din fructe și legume, la extragerea uleiurilor din diferite semințe de plante agricole și medicinale ș.a.

Problema de bază cu privire la utilizarea sistemelor electrohidraulice constă în dimensionarea corectă a parametrilor instalațiilor pentru obținerea impulsurilor de tensiune înaltă și dimensionarea camerei cu electrozi, aspecte care nu sunt abordate la moment în literatura de specialitate. Pentru determinarea acestor parametri și pentru cercetarea posibilităților de utilizare ale efectului electrohidraulic la tratarea produselor agricole, la Catedra Electricitatea agriculturii și bazele proiectării a Universității Agrare de Stat din Moldova a fost elaborat un sistem pentru producerea acestui efect, cu ajutorul căruia s-au efectuat cercetările cuprinse în lucrarea de față. Rezultatele estimării parametrilor examinați au fost obținute prin calcul și confirmate prin încercări experimentale.

MATERIALE ȘI METODE

Sistemul electrohidraulic elaborat pentru realizarea experimentelor constă din următoarele componente:

- cameră de descărcare cu electrozi;
- descărcător eclator;
- condensator;
- transformator de ridicare 100/30 000
- transformator de coborâre 220/100
- autotransformator de reglare.

Schema electrică de principiu a sistemului pentru obținerea efectului electrohidraulic este prezentată în fig. 1.

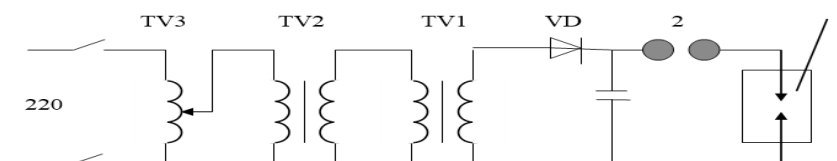


Figura 1. Schema electrică de principiu a sistemului electrohidraulic

1 – camera de descărcare cu electrozii; 2 – descărcător eclator; VD – diodă redresoare; TV1 – transformator de ridicare; TV2 – transformator de coborâre; TV3 – autotransformator.

Sistemul funcționează în modul următor: transformatorul TV1, fiind conectat la rețeaua de alimentare, prin transformatorul TV2 și autotransformatorul TV3 ridică tensiunea până la 20 kV, care este redresată de dioda de înaltă tensiune VD. Tensiunea redresată încarcă condensatorul până la tensiunea aleasă pentru utilizare. Ca rezultat, are loc străpungerea spațiului de aer dintre piesele sferice ale eclatorului și tensiunea condensatorului este aplicată electrozilor din camera de descărcare 1, care se află în lichidul de descărcare, la o distanță cuprinsă între 7-15 mm, selectată în funcție de tensiunea aplicată. Tensiunea se reglează cu ajutorul eclatorului, prin apropierea și îndepărtarea bilelor. Camera pentru tratarea produselor agricole reprezintă un cilindru de oțel cu diametrul de 10 cm și înălțimea de 15 cm. Acesta este închis ermetic cu un capac din material izolant, prin care trece electrodul pozitiv, iar în partea de jos, unit cu corpul, este plasat electrodul negativ (conectat la priza de pământ).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

În timpul investigațiilor s-a observat că, după aplicarea tensiunii la electrozi, în lichid are loc o descărcare electrică puternică, care provoacă fenomene fizice specifice. Durata de descărcare este de 10-40 μ s, iar descărcarea electrică ce apare între acești electrozi produce un efect comparat cu explozia materialelor explozibile.

Cercetările au demonstrat că efectul impulsurilor este cu atât mai pronunțat cu cât canalul de descărcare este mai lung. Totodată s-a observat că descărcarea electrică în lichid seamănă cu descărcarea atmosferică (ultima, după cum se știe, se produce într-o atmosferă îmbibată cu apă). Descărcarea în atmosferă are loc în formă de strimer, ceea ce reprezintă un torent de electroni și ioni dintre care mai mulți sunt la electrodul pozitiv (trunchiul canalului este mai gros) și mai puțini la electrodul negativ (Popescu, V., Voinescu, D. 2005). Canalul de descărcare reprezintă un trunchi cu ramuri subțiri, de forma unor muștăți. La început, lângă electrodul pozitiv, strimerul este mai gros, iar ulterior, spre electrodul negativ, mai subțire. Canalul principal și ramurile sunt înconjurate de un înveliș care reprezintă o peliculă de lichid.

Realizarea repetată a experimentelor a confirmat că distanța dintre electrozii de descărcare are o mare însemnătate asupra efectului produs. S-a stabilit că, pentru funcționarea eficientă a sistemului, distanța optimă dintre electrozii de descărcare trebuie calculată în raport cu capacitatea condensatorului, tensiunea remanentă și inductivitatea descărcării. Această relație poate fi reprezentată astfel:

$$l_{opt} = 8 \cdot 10^{-9} \cdot U_2^{3/2} \left(\frac{C}{L} \right)^{1/4} = 8 \cdot 10^{-9} \cdot 7000^{3/2} \left(\frac{3 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} \right)^{1/4} = 0,007 \text{ m} = 7 \text{ mm} \quad (1),$$

unde:

$U_2 = 7000 \text{ V}$ – tensiunea remanentă a condensatorului după ce s-a efectuat descărcarea;

$C = 3 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ – capacitatea condensatorului;

$L = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ H}_n$ – inductivitatea descărcării.

De menționat că amplasarea electrozilor în centrul camerei de descărcare trebuie să respecte următoarea schemă: electrodul care se leagă la borna (+), de formă concavă și cu o suprafața mai mică, se trece în camera de descărcare prin intermediul materialului izolant al capacului; electrodul care se leagă la borna (-) are formă plană, este mai mare ca suprafața și se leagă de corpul camerei de descărcare.

S-a constatat că intensitatea descărcării este direct proporțională cu suprafața electrodului – cu cât este mai mare suprafața, cu atât mai puternică este descărcarea. În același timp, pentru a crește eficiența tratării este necesar ca suprafața activă a electrodului pozitiv să fie cu mult mai mică decât suprafața electrodului negativ. Este o soluție constructivă foarte simplă, dar care poate spori semnificativ eficiența descărcării de tensiune înaltă.

Modificarea suprafeței electrozilor contribuie la majorarea esențială a lungimii canalului de descărcare, iar această descărcare electrică efectuează un lucru mecanic considerabil, cu un randament înalt al convertirii energiei electrice.

Conform observațiilor, condensatorul se încarcă încet (în decurs de unități și zeci de secunde), acumulând energia electrică necesară, și se descarcă foarte repede (în decurs de zeci de microsecunde) între electrozii plasați în apă. Astfel, rezistența circuitului de descărcare fiind foarte mică, curentul în canalul de descărcare poate să atingă valori foarte mari (15-30) kA.

Energia descărcării unui impuls este calculată prin relația:

$$W = \frac{C(U_1 - U_2)^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} (20000 - 7000)^2}{2} = 294, \text{ J}. \quad (2),$$

unde:

$C = 3 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ – capacitatea condensatorului;

$U_1 = 20000 \text{ V}$ – tensiunea de vârf la care s-a efectuat descărcarea;

$U_2 = 7000 \text{ V}$ – tensiunea remanentă a condensatorului după ce s-a efectuat descărcarea.

În urma cercetărilor efectuate au fost estimați parametrii de bază ai sistemului, care sunt prezentați în tabelul 1.

Tabelul 1. Valorile parametrilor constructivi și tehnologici ai sistemului

N/o	Parametrul	Valoarea	Unitatea de măsură
1	Tensiunea descărcării	20	kV
2	Distanța dintre electrozi	0,007	m
3	Volumul de lichid tratat	1	dm ³
4	Energia descărcării în impuls	294	J
5	Numărul impulsurilor la tratare	2	impulsuri

Valorile acestor parametri au fost confirmate prin multiple încercări, iar în baza lor au fost examinate posibilitățile de utilizare ale efectului electrohidraulic la prelucrarea primară a diferitor produse agricole. Pentru început, sistemul electrohidraulic a fost aplicat la extragerea uleiului din semințe de floarea-soarelui și din miez de nucă. Semințele/miezul împreună cu apă au fost turnate în camera pentru prelucrare, închisă ulterior ermetic cu ajutorul capacului din material izolant. După aceasta, la electrozi au fost aplicate impulsuri de tensiune înaltă. În acest scop, condensatorul a fost încărcat cu ajutorul instalației realizate după schema prezentată mai sus, în fig.1, până la tensiunea de 20 kV, tensiunea ajungând la electrozii plasați în camera de descărcare prin intermediul eclatorului. Valoarea tensiunii de lucru se instalează cu ajutorul eclatorului, distanța dintre piesele sferice modificându-se cu ajutorul butonului de

reglare. În rezultatul descărcărilor efectuate, din amestecul respectiv s-a obținut o masă spumantă sub forma unei suspensii alcătuite din ulei și apă. Datorită loviturilor de șoc produse în urma descărcărilor de tensiune înaltă, semințele oleaginoase se presau și din ele ieșea uleiul. În final s-a obținut un amestec de apă și ulei, care ulterior s-a decantat. Extragerea uleiului din apă se poate efectua și direct, folosindu-se alte metode de separare, cum ar fi cea prin centrifugare.

Mai mult ca atât, cunoscând efectul antibacterian al descărcării, sub influența căreia substanțele prelucrate sunt dezinfectate (Blaga A., Gligor, E. 2009; Юткин, Л.А. 1986; Гулий, Г.А. и др. 1977; Popescu, V. 2013), uleiul respectiv are proprietățile calitativ-gustative ale celui rafinat, iar reziduurile rămase pot fi utilizate în calitate de furaje la hrănirea animalelor.

Având în vedere acțiunea bactericidă a efectului electrohidraulic și procesele ce se petrec în interiorul camerei de descărcare, cercetările au continuat cu utilizarea sistemului la tratarea cu impulsuri de tensiune înaltă a laptelui și a sucului de fructe și legume.

Laptele proaspăt muls/sucul proaspăt stors s-a turnat în celula cilindrică de descărcare, în care ulterior s-au introdus și cei doi electrozi la o distanță de 7 mm. Celula a fost închisă ermetic, iar la electrozi s-au aplicat impulsuri cu tensiunea de 18-20 kV. După descărcare, tensiunea determinată la bornele condensatorului era în limitele 7 kV. Laptele și sucul tratat, precum și o probă de produs netratat s-au păstrat la temperatura de 20°C și peste fiecare 12 ore s-a măsurat aciditatea. S-a observat că, odată cu creșterea numărului de impulsuri la tratare, durata de păstrare a laptelui/sucului tratat se mărește proporțional. Cheltuielile de energie electrică pentru tratare au fost neesențiale și au constituit 294 J/l=0,00008 kWh/l. La următoarele etape ale cercetărilor se preconizează a se examina alte performanțe ale tratării cu impulsuri și toate proprietățile produsului alimentar obținut în rezultatul final al tratării.

Ținând cont de faptul că un astfel de sistem electrohidraulic este foarte simplu, atât din punct de vedere al structurii, cât și al funcționării și utilizării, putem estima nivelul său de fiabilitate ca fiind destul de înalt. Unicul neajuns pe care îl poate avea constă în necesitatea evitării zgomotului ce se generează în urma descărcărilor electrice.

Rezultatele cercetărilor efectuate până în momentul de față au permis a stabili parametrii constructivi și tehnologici ai sistemului electrohidraulic pentru elaborarea și punerea lui în funcțiune. Utilizarea în practică la tratarea laptelui, a sucului și la extragerea uleiului din semințe a demonstrat funcționalitatea sistemului și ușurința în utilizare. La etapele următoare se vor examina în continuare posibilitățile și performanțele energetice și ecologice ale sistemului la sterilizarea sucurilor și la extragerea uleiurilor din semințe și plante medicinale. În cazul testării cu succes în aceste direcții, sistemul bazat pe efectul electrohidraulic ar putea înlocui tehnologiile tradiționale foarte costisitoare, aducând și un plus de eficiență și fiabilitate în condițiile de mediu agresive din sectorul agrar.

CONCLUZII

În urma cercetărilor efectuate la această etapă au fost determinați și optimizați parametrii constructivi și tehnologici de bază ai sistemului electrohidraulic elaborat pentru prelucrarea produselor agricole, valorile recomandate fiind: nivelul de tensiune – 20 kV; distanța dintre electrozi – 7 mm; volumul optim de lichid tratat – 1 l; numărul impulsurilor la tratare – 2 impulsuri; energia descărcării în impuls – 294 J.

Au fost examinate posibilitățile de aplicare în practică a sistemului, iar utilizarea la prelucrarea primară a diferitor produse agricole a demonstrat reducerea cheltuielilor de energie, ușurința în procesul de utilizare și fiabilitatea sporită.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. POPESCU V., VOINESCU D. (2005). Efectul electrohidraulic și utilizarea lui în agricultură. In: *Tezele celei de-a 58-a conferință științifică studențească*, UASM. Chișinău. pp. 59-60. ISBN 978-9975-64-237-2.
2. BLAGA, A., GLIGOR, E. (2009). Recovering heat from discharged water from the emissary of the treatment plant. IN: *Analele Universității din Oradea. Fascicula de energetică*, vol. 15 pp. 176-180. ISSN 1224-1261.

3. ЮТКИН, Л.А. (1986). Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Ленинград: Машиностроение. 253 с.
4. ГУЛЬИЙ, Г.А. и др. (1977). Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта. Москва: Машиностроение. 320 с.
5. POPESCU, Victor (2013). Aprecierea calității de funcționare echipamentelor electrotehnice și a rețelelor de alimentare cu energie electrică. In: Știința Agricolă, Nr.1, pp. 104-108. ISSN 1857-0003.

INFORMATII DESPRE AUTORI

POPESCU Victor

doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, Catedra Electricizarea Agriculturii și Bazele Proiectării, Facultatea Ingineria Agrară și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

E-mail: vspopescu@mail.ru

MALAI Leonid*

doctor în științe tehnice, conferențiar universitar, Catedra Electricizarea Agriculturii și Bazele Proiectării, Facultatea Ingineria Agrară și Transport Auto, Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Corresponding author: leondanus@mail.ru

Received: 22 June 2019

Accepted: 17 September 2019