

## Installation for Treatment of Agricultural Products Using High-Voltage Discharges

Popescu V.S.

State Agrarian University of Moldova  
Chisinau, Republic Moldova

**Abstract.** The paper presents the results of the study on the determination and optimization of construction and technology parameters of an electro hydraulic installation developed for research in view of its use in primary processing of agricultural products. Unlike other processing technologies, the proposed technology using electro hydraulic effect requires the application of an installation, which is simple in terms of construction, has low cost, is reliable, easy to use and can be widely applied in various branches of agriculture including primary processing of agricultural products and for sterilizing liquids. The problem of using electro hydraulic effect consists in the correct dimensioning of the installation parameters to obtain high voltage pulses, in comparison with the dimensions of the chamber with electrodes, wherein the liquid processing is carried out. For dimensioning and development of the proposed installation, the necessary parameters were determined by calculation and were confirmed by conducting operational tests. The performed calculation and tests on the operation of the installation under laboratory conditions gave the possibility of dimensioning and optimization of the construction and technological parameters of electro-hydraulic installation, i.e. voltage level, the distance between the electrodes, the volume of the treated liquid, the treatment pulse number and the energy pulsed discharge. The values of the design parameters have allowed to develop and commission the installation, which will allow further tests on use of the electro-hydraulic effect in the processing the agricultural products in the Republic of Moldova.

**Keywords:** electrohydraulic effect, electrohydraulic installation, optimal parameters, high-voltage discharges.

### Instalație pentru Tratarea Produselor Agricole cu Impulsuri de Tensiune Înaltă

Popescu V.S.

Universitatea Agrară de Stat din Moldova  
Chișinău, Republica Moldova

**Rezumat.** În lucrare se prezintă rezultatele unui studiu cu privire la determinarea și optimizarea parametrilor constructivi și tehnologici ai instalației electrohidraulice, elaborată pentru efectuarea cercetărilor în direcția utilizării efectului electrohidraulic la prelucrarea primară a produselor agricole. Spre deosebire de alte tehnologii de prelucrare, tehnologia propusă cu utilizarea efectului electrohidraulic, necesită aplicarea unei instalații, care este simplă din punct de vedere constructiv, are cost mic, este fiabilă în condițiile cu factori agresivi din mediul agrar, se utilizează ușor și poate fi aplicată pe larg în diferite ramuri ale agriculturii, inclusiv la prelucrarea primară a produselor agricole și la sterilizarea lichidelor. Problema utilizării efectului electrohidraulic, constă în dimensionarea corectă a parametrilor instalației pentru obținerea impulsurilor de tensiune înaltă, în raport cu dimensiunile camerei cu electrozi, cu ajutorul căreia se realizează tratarea lichidelor supuse prelucrării. Pentru dimensionarea și elaborarea instanței propuse, parametrii necesari au fost determinați prin calcul și s-au confirmat prin realizarea încercărilor în funcționare. Calculul efectuat și încercările privind funcționarea instalației în condiții de laborator au dat posibilitatea de a dimensiona și optimiza parametrii constructivi și tehnologici ai instalației electrohidraulice, și anume: nivelul de tensiune, distanța dintre electrozi, volumul de lichid tratat, numărul impulsurilor la tratare și energia descărcării în impuls. Valorile obținute ale parametrilor estimați au dat posibilitatea elaborării și punerii în funcțiune a instalației, fapt care va permite în viitorul apropiat prezentarea unor rezultate absolut noi, privind posibilitățile și eficiența utilizării efectului electrohidraulic la prelucrarea diferitor produse agricole, în condițiile Republicii Moldova.

**Cuvinte cheie:** efect electrohidraulic, instalație electrohidraulică, parametri optimi, impulsuri de tensiune înaltă.

**Установка для переработки сельскохозяйственной продукции с использованием импульсов  
высокого напряжения  
Попеску В.С.**

Государственный Аграрный Университет Молдовы  
Кишинев, Республика Молдова

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования по определению и оптимизации параметров электрогидравлической установки, разработанной для исследования возможности использования электрогидравлического эффекта при первичной переработке сельскохозяйственной продукции. В отличие от других технологий обработки, предлагаемая технология с использованием электрогидравлического эффекта является простой с точки зрения конструкции, имеет низкую стоимость, является надежной, простой в использовании и может быть широко применена в различных отраслях сельского хозяйства, в том числе в первичной переработке сельскохозяйственной продукции, а также для стерилизации жидкостей. Проблема использования электрогидравлического эффекта состоит в определении размеров системных параметров для получения импульсов высокого напряжения, по сравнению с размерами камеры с электродами, в которой проводится обработка жидкости. Для расчета и разработки установки, необходимые параметры были получены и подтверждены путем проведения эксплуатационных испытаний. Расчет и испытания, проведенные в лабораторных условиях, дали возможность определить и оптимизировать конструктивные и технологические параметры: уровни напряжения, расстояние между электродами, объем обрабатываемой жидкости, число импульсов для обработки и энергия импульсного разряда. Значения расчетных параметров позволили разработать и ввести в эксплуатацию установку, что позволит в ближайшем будущем получить новые результаты по эффективности использования электрогидравлического эффекта в обработке сельскохозяйственной продукции в условиях Республики Молдова.

**Ключевые слова:** электрогидравлический эффект, электроустановка, оптимальные параметры, импульсы высокого напряжения.

## Introducere

Tehnologiile de prelucrare a diferitor produse se perfecționează intens, inclusiv și cele din sectorul agrar. Acest fapt contribuie la dezvoltarea tehnico-economică, dar impune și noi cerințe privind performanța noilor tehnologii și instalații utilizate în acest scop. În calitate de criterii de bază pentru promovarea spre implementare a acestor tehnologii, în condițiile specifice din sectorul agrar, pe lângă aspectul consumului de resurse energetice, se pun pe prim plan și alte aspecte, cum ar fi: simplitatea constructivă, costul redus, utilizarea ușoară și fiabilitatea sporită.

În acest aspect, utilizarea, la prelucrarea primară a produselor agricole, a electrotehnologiilor bazate pe efectul electrohidraulic, necesită utilizarea unor instalații simple, din punct de vedere constructiv, robuste în condițiile dificile cu factori agresivi din mediu agrar și totodată sunt ușor de utilizat.

Efectul electrohidraulic este un nou procedeu de conversie a energiei electrice în energie mecanică și poate fi propus spre utilizare în

procesele de prelucrare primară a produselor agricole. Combinarea a două efecte, caracterizate de diferite fenomene fizice – descărcarea electrică la tensiune înaltă și efectul hidraulic în lichid, asigură o acțiune mecanică în interiorul camerei de descărcare. Descărcarea electrică în lichid generează o undă, care poate să distrugă sau să mărunțească chiar și materiale supradure [1,2].

Acțiunile mecanice 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 efect puternic antibactericid, care se manifestă prin distrugerea microorganismelor care se găsesc în lichid [2-4].

Datorită acțiunilor sale, efectul electrohidraulic poate fi folosit, atât în industrie cât și-n agricultură, ca exemplu: la sterilizarea lichidelor, extragerea uleiurilor din semințe, dezinfectarea deșeurilor etc.

Tehnologiile aplicate la momentul actual în agricultură, bazate pe alte metode de prelucrare, necesită instalații complicate din punct de vedere constructiv, care sunt costisitoare, sunt greu de

utilizat și au o durată de exploatare mică în condițiile de mediu agresive, specifice sectorului agrar. Spre deosebire de acestea, instalațiile electrohidraulice sunt simple din punct de vedere constructiv, eefine, ușor de utilizat și sunt robuste în mediile agresive din agricultură.

Pentru examinarea posibilităților utilizării efectului electrohidraulic la prelucrarea produselor agricole, la catedra „Electrificarea și automatizarea mediului rural” a Universității Agrare de Stat din Moldova, a fost elaborată o instalație pentru producerea acestui efect, cu ajutorul căreia se realizează cercetări privind posibilitatea utilizării efectului respectiv la prelucrarea produselor agricole.

Problema de bază cu privire la utilizarea efectului electrohidraulic, constă în dimensionarea corectă a parametrilor instalației pentru obținerea impulsurilor de tensiune înaltă și a camerei cu electrozi pentru lichidul supus tratării.

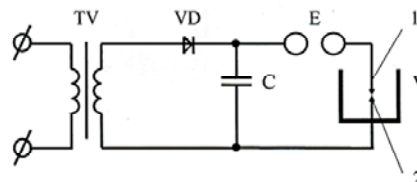
Scopul studiului efectuat constă în dimensionarea corectă a instalației propuse pentru analiza posibilităților de prelucrare a produselor agricole cu ajutorul efectului electrohidraulic.

În această lucrare se prezintă rezultatelor cu privire la determinarea și optimizarea parametrilor constructivi și tehnologici ai instalației electrohidraulice pentru prelucrarea primară a produselor agricole.

Parametrii estimați au dat posibilitatea elaborării și punerii în funcțiune a instalației. Acest fapt va permite obținerea în viitorul apropiat a unor rezultate absolut noi pentru știință și tehnică, cu privire la eficiența utilizării efectului electrohidraulic la prelucrarea produselor agricole, în condițiile Republicii Moldova.

## I. Descrierea instalației

Instalația constă din următoarele elemente: un transformator de ridicare a tensiunii TV, diodă de redresare VD, condensator C, eclator E, camera de descărcare V cu electrozii 1 și 2. Schema de principiu a instalației electrohidraulice pentru obținerea impulsurilor de tensiune înaltă este prezentată în fig.1, iar vederea generală a instalației este prezentată în fig. 2.



*TV – transformator de ridicare a tensiunii; VD – redresor; C – condensator; V – celulă cu lichid; E – eclator cu descărcare prin scânteii; 1,2 - electrozi.*

**Fig. 1. Schema de principiu a instalației pentru obținerea impulsurilor de tensiune înaltă.**

Instalația funcționează în modul următor: transformatorul TV, fiind conectat la rețeaua de alimentare, ridică tensiunea până la 30 kV, care este redresată de dioda de înaltă tensiune VD. Tensiunea redresată încarcă condensatorul C până la tensiunea selectată ca tensiune de lucru a instalației. Ca rezultat, are loc străpungerea spațiului de aer dintre electrozii sferici ai eclatorului și tensiunea condensatorului este aplicată la electrozii 1 și 2, care se află în lichidul de descărcare, la o distanță de 15 mm. Drept urmare, în lichid are loc o descărcare electrică puternică, care aduce la fenomenele fizice specifice și produce un efect comparat cu explozia materialelor explozibile.



**Fig. 2. Vedere generală a instalației.**

În timpul investigațiilor, s-a observat că, pentru ca efectul impulsurilor să fie cât mai pronunțat este necesar ca canalul de descărcare să fie cât mai lung. Totodată s-a observat că descărcarea electrică în lichid are același aspect ca și descărcarea atmosferică (ultima este caracterizată de o concentrație a vaporilor de apă). Descărcarea în atmosferă are loc în formă de strimer, ceea ce reprezintă un torent de electroni și ioni care au o concentrație mai

ridicată la electrodul pozitiv și mai diminuată electrodul negativ. Canalul de descărcare are în secțiune formă unei piramide cu ramificări subțiri, în formă de „musteți”. Începutul strimerului este mai gros (lângă electrodul pozitiv) și mai subțire (lângă electrodul negativ). Canalul principal și ramificările sunt înconjurate de un înveliș, care reprezintă o peliculă de lichid monomolecular [1,3].

La utilizarea în calitate de lichid în care se produce descărcarea electrică, se ține cont de faptul, că apa slab disociază în ioni pozitivi  $H^+$  și negativi  $OH^-$ . S-a determinat [4], că ionii  $H^+$  joacă rolul principal la descărcarea electrică în apă. Într-adevăr electronii, care apar în procesul de disociere a apei, nimeresc în canalul strimerului și aceste particule determină lungimea canalului de descărcare. Ionul pozitiv  $H^+$  nu participă la formarea și creșterea strimerului [3-5].

Urmare acestui fenomen are drept la viață ipoteza privind rezonabilitatea de a majora concentrația ionilor negativi  $OH^-$  și de micșorat concentrația de ioni pozitivi  $H^+$ . Ionul negativ  $OH^-$  se descarcă pe electrodul pozitiv (anod), iar ionul pozitiv  $H^+$  se descarcă pe electrodul negativ (catod).

S-a constatat că, cu cât este mai mare suprafața electrodului, cu atât mai mulți ioni se descarcă pe el. De aici reiese, că pentru a majora gradul de prezență a ionilor  $OH^-$ , care influențează pozitiv asupra procesului de descărcare electrică în apă, și a micșora numărul de ioni pozitivi  $H^+$ , este necesar ca suprafața activă a electrodului pozitiv să fie cu mult mai mică, decât suprafața electrodului negativ. Pentru a asigura acest fenomen în tehnologia electrohidraulică s-a propus o soluție constructivă foarte simplă, utilizarea căreia conduce la sporirea efectului de dezechilibru a concentrației ionilor pozitivi și negativi în apa din cuvă.

Modificarea suprafeței electrozilor contribuie la majorarea esențială a lungimii canalului de descărcare. Această scânteie electrică în apă efectuează un lucru mecanic destul de considerabil, cu un randament de convertizare a energiei electrice.

S-a constatat, că condensatorul se încarcă încet (în decurs de unități și zeci de secunde), acumulând energia electrică necesară și foarte rapid (în decurs de zeci de microsecunde) se descarcă între electrozii plasați în apă, întru cât rezistența circuitului de descărcare este foarte mică, de aceea, curentul în canalul de descărcare

poate să ia valori foarte mari (15-50) kA, iar puterea impulsului ajunge până la 500 mii kW (500 MW).

Canalul de descărcare reprezintă un mediu foarte puternic ionizat (plasmă) și întrucât diametrul lui este relativ mic, temperatura în mijlocul canalului (plasmei) atinge valori de până la 10 mii grade Kelvin [4]. Datorită elasticității slabe a apei, încălzirea plasmei favorizează majorarea presiunii în canalul de descărcare până la  $10^9$  Pa, care radial transmite apei, formează o undă puternică de șoc, care poate să distrugă materiale solide foarte dure.

Experimental s-a determinat că, valorile presiunilor obținute în jurul canalului de descărcare, sunt direct proporționale cu puterea electrică a impulsului, și depind de gradul de comprimare volumetrică a lichidului [4,5].

În momentele ulterioare, când apa din jurul canalului de descărcare începe să se deplaseze radial, presiunea în canalul brusc scade și în locul lui se formează o zonă de cavitație (un gol), care favorizează răcirea bruscă și deionizarea plasmei, ceea ce are ca efect stingerea descărcării electrice. Întrucât presiunea în zona de cavitație, care s-a format în locul canalului de descărcare, este mai mică de cât cea atmosferică, atunci un volum al apei din jurul acestei zone își schimbă vectorul vitezei de mișcare, prin ce se asigură umplere acestui gol. Deci, o parte din lichid, mai îndepărtată de această zonă, se mișcă radial, spre periferie, sub acțiunea presiunii formate anterior, iar alt torent de apă se mișcă spre centru, pentru a umplea golul din fostul canal de descărcare.

Presiunea primară și cavitația secundară formează în celula de descărcare torente foarte puternice de lichid, viteza de deplasare a cărora poate să fie de sute de metri pe secundă [3-5].

În afară de fenomenele descrise mai sus, în rezultatul descărcărilor electrice în lichide mai apar radiații infra și ultra sonore, câmpuri electromagnetice de descărcare și fenomene de rezonanță, care amplifică procesele electrohidraulice.

## II. Dimensionarea parametrilor instalației

Camera de tratare a produselor agricole reprezintă un cilindru de oțel cu diametrul de 100 mm și înălțimea de 150 mm. Deasupra se închide 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 totodată la priza de pământ).

Elementele de bază ale instalației sunt electrozii – unul fiind în formă de bară (vargă),

capătul căruia are formă semisferică și care este conectat la borna „plus”, iar al doilea – este plan, suprafața căruia este cu mult mai mare față de primul și care se conectează la borna „minus”.

În sistemul de electrozi se formează un câmp electric neuniform. În aceste condiții distanța optimă dintre electrozi, unde este posibilă străpungerea spațiului dintre ei, s-a determinat cu expresia [3,5]:

$$l = \alpha \cdot 10^{-9} \cdot U_2^{3/2} \cdot (C/L)^{1/4}, \quad (1)$$

în care:

$U_2 = 5000$  V, tensiunea remanentă;

$C = 3 \cdot 10^{-6}$  F, capacitatea

condensatorului;

$L = 0,4 \cdot 10^{-6}$  H, inductanța descărcării;

$\alpha = 8,66 \cdot 10^{-4} \cdot U_1$ , coeficient, care este dependent de tensiunea până la care s-a încărcat condensatorul (pentru  $U_1 = 30000$  V,  $\alpha = 26$ ).

În așa caz distanța optimă dintre electrozi este:

$$l = 26 \cdot 10^{-9} \cdot 5000^{3/2} \left( \frac{3 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} \right)^{1/4} = 0,015, m \quad (2)$$

Electrozii se amplasează în centrul camerei de descărcare în felul următor: electrodul care se leagă la borna (+) are suprafața mai mică și formă concavă și se trece în camera de descărcare prin intermediul materialului izolant al capacului; electrodul care se leagă la borna (-) are formă plană și este de suprafață mai mare, se leagă de corpul împământat al camerei de descărcare.

Energia descărcării în impuls se determină:

$$W = \frac{C(U_1 - U_2)^2}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} [(30 - 5) \cdot 10^{-3}]^2}{2} = 937,5, J. \quad (3)$$

unde:

C – capacitatea condensatorului, F;

$U_1$  – tensiunea până la care s-a încărcat condensatorul, V;

$U_2$  – tensiunea remanentă a condensatorului după descărcare, V.

### III. Încercarea instalației în funcționare

S-au efectuat cercetări asupra extragerii uleiului din semințe de floarea soarelui și din miez de nucă, cu ajutorul descărcărilor de tensiune înaltă. Semințele, sau miezul s-au amestecat cu apă, apoi s-au turnat în camera pentru prelucrare. Camera se închidea ermetic cu ajutorul capacului confecționat din material izolant. După ce se închidea camera, la electrozi se aplica impulsuri de tensiune înaltă.

Încărcarea condensatorului se face cu ajutorul instalației realizate după schema din fig.1, până la tensiunea de 30 kV, apoi prin intermediul eclatorului tensiunea dată se aplica la electrozii plasați în camera de descărcare. Tensiunea de lucru aleasă, se instalează cu ajutorul eclatorului – se modifica distanța dintre piesele sferice, cu ajutorul unui bulon de reglare. În rezultatul descărcărilor efectuate, din amestecul respectiv se obține o masă spumantă sub forma unei suspensii, alcătuită din ulei și apă.

Datorită loviturilor de șoc, ce aveau loc 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 de efectuat și direct, folosind alte metode de separare, cum ar fi cea prin centrifugare.

Mai mult ca atât, cunoscând efectul „împușcături antibactericide”, adică de acțiunea antibactericidă a descărcării, sub influența căreia substanțele prelucrate sunt dezinfectate [4], uleiul respectiv va avea proprietățile calitativ-gustative asemenea celui rafinat, iar rezidurile rămase vor găsi ușor utilitate la hrănirea animalelor.

Avînd în considerație acțiunile antibactericide ale efectului electrohidraulic și procesele ce se petrec în interiorul camerei de descărcare, prezentate în [4,5], la moment se fac cercetări cu privire la sterilizarea lichidelor și dezinfectarea deșeurilor agricole lichide.

Din punct de vedere constructiv, o astfel de instalație este foarte simplă și-i ușor de utilizat. Unicul neajuns pe care îl poate avea constă în necesitatea evitării zgomotului acustic ce se generează în urma descărcărilor electrice.

Așadar, odată cu continuarea cercetărilor în ramura respectivă, sperăm de a ajunge la un rezultat foarte promițător, care ar da posibilitatea înlocuirii tehnologiilor tradiționale foarte costisitoare, cu alta mult mai ieftină și eficientă.

### Concluzii

1. Studiul efectuat a dat posibilitatea de a dimensiona parametrii constructivi și tehnologici ai instalației electrohidraulice, și anume: nivelul de tensiune, distanța dintre electrozi, volumul de lichid tratat, numărul impulsurilor la tratare și energia descărcării în impuls.
2. Simplitatea constructivă a instalației electrohidraulice și ușurința în procesul de utilizare, oferă posibilitatea de a fi aplicată pe larg în sectorul agrar, la extragerea uleiului din diferite semințe de plante agricole, la sterilizarea lichidelor și dezinfectarea deșeurilor agricole.

### Bibliografie

- [1] Popescu V., Voinescu D. Electrohydraulic effect and use in agriculture. Theses of the 58<sup>th</sup> scientific conference student, SAUM, Chisinau, 2005, p. 59-60, 0,1 c.a. ISBN 978-9975-64-237-2.
- [2] Borteles L., Purcar M. Manage pipeline integrity by predicting and mitigating higt voltage AC intreferece. Annals of the University of Oradea. Fascicle of energetics, vol. 15 p. 189-195, 2009, ISSN 1224-1261.
- [3] Popescu V. Prospects use electrohydraulic effect in Moldovan agriculture. Master Thesis, SAUM, Chisinau, 2006, 78 p.
- [4] Iutkin L.A. The electrohydraulic effect and its application in industry. Leningrad, 1986.
- [5] Gulii G.A. Equipment and processes using electrohydraulic effect. Moscow, 1977.
- [6] Popescu V. Evaluation of the quality of operation of electrical equipment and power supply networks. Agricultural Science, n.1, Chisinau, 2013, p. 104-108, 0,2 c.a. ISSN 1857-0003.
- [7] Blaga A., Glicor E. Recovering heat from discharged water from the emissary of the treatment plant. Annals of the University of Oradea. Fascicle of energetics, vol. 15 p. 176-180, 2009, ISSN 1224-1261.

### Despre autor.



**Popescu Victor Serghei**, dr., conf. univ., catedra „Electrificarea și automatizarea mediului rural”, Universitatea Agrară de Stat din Moldova. Interesele științifice se află în planul asigurării fiabilității sistemelor electrice și auditul energetic al întreprinderilor de prelucrare primară a producției agricole.