

# EFFECTUL TRATĂRII SONICE ASUPRA PARAMETRILOR FIZICO-CHIMICI AI APEI DE DUNĂRE

A. Ștefan, G. Bălan

Universitatea „Dunărea de jos” din Galați

## INTRODUCERE

În cadrul procesului de tratare a apei din piscicultură, o problemă majoră o constituie încărcarea cu suspensii solide și substanțe organice care duc la tulburarea apei și determină necesitatea creșterii conținutului de aer și de oxigen din apă.

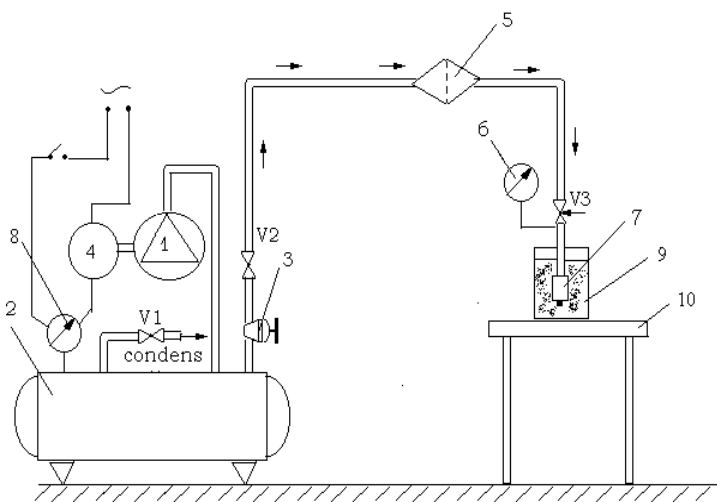
Obținerea apei curate din apa uzată poate fi realizată prin tehnologia sonică [2], ceea ce va permite utilizarea ei într-un circuit continuu, asigurând restaurarea factorilor de mediu naturali și artificiali [10].

Dispozitivul principal care permite realizarea tehnologiei sonice este generatorul gazodinamic, care emite ultrasunetele și produce jetul de aer la anumiți parametri acustici și gazodinamici [1].

Utilizarea generatoarelor gazodinamice la tratarea apelor permite combinarea a două mecanisme de epurare – coagularea particulelor datorită undelor acustice produse de generatorul gazodinamic și barbotarea cu aerul de lucru rezultat din funcționarea lui.

## 2. INSTALAȚIA EXPERIMENTALĂ PENTRU TRATAREA SONICĂ A APELOR TEHNOLOGICE

Cercetarea tratării sonice (cu ultrasunete și cu barbotare concomitentă) impune anumite cerințe tehnice pentru asigurarea dirijării și controlul procesului tehnologic, care sunt prevăzute în instalația experimentală. Aerul provenit de la compresorul 1 (fig. 1) cu o presiune de 6÷8 bari, este stocat într-un rezervor acumulator 2, care are rolul de a elimina fluctuațiile de presiune generate de acest compresor și de a asigura valorile dorite ale debitului și ale presiunii de lucru în timpul tratării sonice [3]. Rezervorul acumulator se poate goli periodic prin intermediul ventilului V1, care asigură și eliminarea condensatului. După deschiderea ventilului 2, aerul comprimat din rezervor trece prin reductorul pneumatic 3, unde presiunea lui scade până la valoarea de 1÷3 bari, necesară pentru funcționarea generatorului sonic 7.



**Figura 1.** Schema instalației experimentale pentru tratarea apelor uzate:

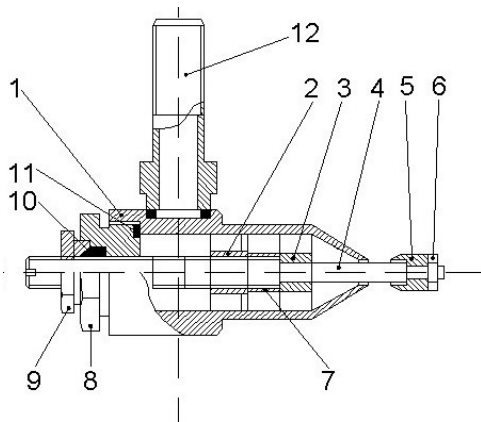
1-compresor, 2-rezervor acumulator, 3-reductor pneumatic, 4-motor electric, 5-filtru de aer, 6-manometru, 7-generator gazodinamic de ultrasunete, 8-manometru cu electrocontacte, 9-vas cilindric, 10-masa de lucru, V<sub>1</sub>-ventil de golire, V<sub>2</sub>- ventil, V<sub>3</sub>-ventil de reglare.

Reglarea cu precizie a presiunii gazului la intrare în generator se face cu ventilul de reglare cu ac V3. Presiunea de lucru a generatorului și debitul generatorului (consumul de aer) sunt controlate cu ajutorul manometrului de înaltă precizie 6.

Generatorul gazodinamic 7, poziționat în interiorul vasului cilindric 9, produce concomitent unde ultrasonore și barbotare, asigurând prin aceasta tratarea sonică a apei.

## 3. GENERATORUL GAZODINAMIC DE ULTRASUNETE EXPERIMENTAL SI DETERMINAREA PARAMETRILOR ACUSTICI

În baza metodei de calcul [1] a fost proiectat și confecționat generatorul gazodinamic axial cu dimensiuni:  $D_a=4,0$  mm,  $d_t=3,0$  mm,  $D_R=4,0$  mm,  $l_R=2,5$  mm,  $\Delta_R=1,4\pm 0,5$  mm prezentat în fig. 2.



**Figura 2.** Generatorul sonic gazodinamic axial: 1- ajutoraj; 2,3- suport cruce; 4- tijă; 5- rezonator; 6- piuliță; 7- bucsă; 8- capac; 9- contrapiuliță; 10- garnitură; 11,13- inel; 12- ștuț.

Gazul comprimat trecut prin ajutorajul 1 ajunge în rezonatorul 5 fixat pe tija 4, care este instalată în interiorul ajutorajului generatorului și se poate deplasa. Jetul supersonic de gaz din ajutoraj, după interacțiunea cu cavitatea rezonatorului își pierde stabilitatea și emite unde de șoc de înaltă frecvență. [1]

Un parametru principal ce caracterizează puterea acustică produsă de o sursă și care se determină experimental este nivelul de intensitate acustică:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ dB}, \quad (1)$$

unde:  $I$ , [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] – intensitatea sonoră măsurată (produsă de generator);  $I_0 = 10^{-12}$ , [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] – valoarea de prag a intensității sonore.

Pentru obținerea datelor comparative experimentale s-au efectuat măsurările frecvenței și a nivelului presiunii sonore a undelor produse de generator:

$$L = 20 \lg \frac{P_I}{P_0} = 10 \lg \frac{I}{I_0} = L_I, \text{ dB}, \quad (2)$$

unde:  $P_I$ , [ $\text{N}/\text{m}^2$ ] – presiunea sonoră măsurată (produsă de generator);  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ , [ $\text{N}/\text{m}^2$ ] – valoarea de prag a presiunii sonore.

Determinarea parametrilor acustici s-a realizat cu ajutorul aparatului firmei „Brüel & Kjør” (Danemarca) care este un analizor de semnal dinamic Agilent 35670A, ce realizează analiza de spectru în bandă îngustă (1/12 octavă FFT).

Zgomotul a fost captat de un microfon prepolarizat cu domeniu liber  $\frac{1}{2}$ ” tip 4189 cu următoarele caracteristici: limita inferioară de

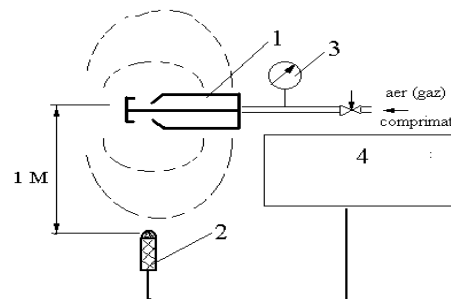
frecvență 2÷4Hz; frecvența de rezonanță a membranei 14 kHz; nivel maxim de presiune sonoră  $L=158\text{dB}$ ; limita superioară a domeniului dinamic  $>146 \text{ dB SPL}$ ; dimensiuni: diametrul de 13,2 mm și înălțimea de 17,6mm. Microfonul conține și un pistonfon pentru corecție tip 4228.

Aparatura utilizată (fig.3) permite determinarea precisă ( $\pm 0,15 \text{ dB}$ ) a nivelului presiunii sonore în domeniul  $L = 90 \div 130 \text{ dB}$  și a frecvenței de lucru, domeniul de frecvențe fiind  $\nu = 122 \mu\text{Hz} \div 102,4 \text{ kHz}$ . Etalonarea sistemului de măsurat s-a efectuat cu ajutorul calibratorului de sunet tip 4231, care are următoarele caracteristici: frecvența  $\nu=1000 \text{ Hz}$ ; nivelul presiunii sonore  $L=94 \text{ dB}$  sau  $L=114\text{dB}$ , cu eroarea de  $\pm 0,2\text{dB}$ ; distorsiune  $<1\%$ .



**Figura 3.** Analizorul de semnal dinamic Agilent 35670A

Generatorul experimental este situat orizontal la distanță de 2 m de la podea și de 3-6 m față de pereți într-o camera fonoizolată. Microfonul este așezat pe un suport basculant și se află în planul orizontal normal la axa generatorului pe o distanță de 1m, astfel ca axa microfonului să treacă (fig.4) prin centrul zonei de lucru a generatorului.



**Figura 4.** Schema efectuării măsurărilor acustice: 1-generatorul sonic; 2-microfon; 3-manometru, 4-sistemul de măsurat, „Brüel & Kjør”.

Zgomotul de fond al camerei în timpul cercetărilor nu depășea nivelul de 48 dB, ceea ce este mult mai mic comparativ cu intensitatea sonoră produsă de generatorul sonic.

În cadrul determinării experimentale a parametrilor gazodinamici principali ai generatorului sonic gazodinamic, și anume: parametrul de neizobaritate ( $n$ ) al curgerii și al debitului masic de gaz ( $\dot{m}_a$ , kg/s) al generatorului sonic, s-au măsurat:

- presiunea manometrică ( $p$ , kPa) a gazului de lucru (aer, O<sub>2</sub>) la intrarea în generator (fig. 2.3, poz. 3);
- presiunea exterioară ( $P_{ex}$ , kPa) a mediului (în camera acustică fonoizolată);
- temperatura ( $T$ , °C) a aerului în camera acustică fonoizolată.

Atunci parametrul de neizobaritate [24] se determină după expresia:

$$n = \frac{P_a}{P_{ex}} = \frac{P_0}{P_{ex}} \cdot \pi(M_a), \quad (3)$$

unde:  $P_a$  – presiunea statică în secțiunea de ieșire a ajutorului;  $P_0$  – presiunea totală a gazului de lucru;

$P_{ex}$  – presiunea mediului exterior (atmosferică  $P_{ex}=0,1012$  MPa).

$M_a$  – numărului Mach în secțiunea de ieșire a ajutorului generatorului (în cazul dat  $M_a = 1,0$ ),  $k=1,41$  – exponentul procesului adiabatic.

$\pi(M_a) = \left(1 + \frac{k-1}{2} M_a^2\right)^{\frac{1}{k-1}}$  – funcția gazodinamică de presiune [24], în care:

$\pi(M_a)=0,5263$  este valoarea funcției gazodinamice  $\pi$  din tabele gazodinamice [1] corespunzătoare lui  $M_a=1,0$ .

Presiunea totală a gazului de lucru este suma presiunilor:

$$P_0 = p + P_{ex}, \quad (4)$$

în care:  $p$ , MPa este valoarea presiunii manometrice de alimentare cu aer comprimat;

$P_{ex} = 0,1012$  MPa – presiunea atmosferică.

Având în vedere că la curgerea gazului în ajutorul generatorului sonic se realizează regimul critic, debitul masic de alimentare al generatorului se determină din relația [1]:

$$\dot{m}_a = \frac{P_0 \cdot F_a}{\sqrt{T}} \left(\frac{k+1}{2}\right)^{\frac{k-1}{2(k-1)}} \left(\frac{k}{R}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{kg/s}, \quad (5)$$

unde:  $F_a$ , [m<sup>2</sup>] este aria secțiunii de ieșire a ajutorului;  $F_a = \frac{\pi(D_a^2 - d_t^2)}{4}$ , iar  $D_a$ ,  $d_t$  – diametrul

ajutorului, respectiv al țigii;  $P_0$ , [Pa] – presiunea totală;  $\rho_0$ , [kg/m<sup>3</sup>] – densitatea gazului de alimentare;  $T$ , [K] – temperatura gazului de alimentare;  $k$  – exponentul adiabatic;  $R = R/\mu$ ,  $R = 8314$  [J/kmol K] – constanta universală a gazelor perfecte;  $\mu$ , [kmol] – masa molară a gazului (pentru aer  $\mu = 29$ ).

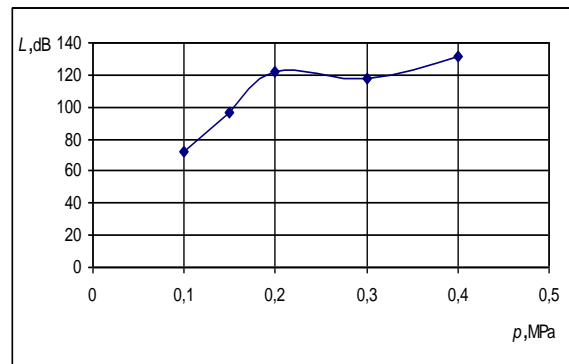
$a_0 = 331 + 0,59 \cdot (T - T_0)$ , m/s – viteza sunetului în aer în stare de repaus la temperatura mediului  $T$ , °C;  $T_0 = 0$  °C – temperatura de referință.

Rezultatele măsurărilor acustice ale generatorului sunt prezentate în tabelul 1.

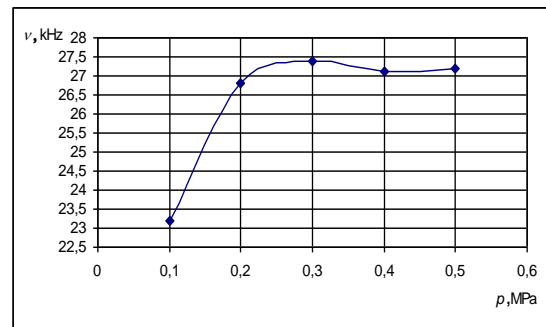
**Tabelul 1.** Parametrii acustici și gazodinamici ai generatorului gazodinamic de ultrasunete:

Presiunea aerului de lucru, $p$ , [MPa]	0,1	0,15	0,2	0,30	0,4
Parametrul de neizobaritate, $n$	1,98	2,48	2,97	3,96	4,95
Debitul masic de aer, $\dot{m}_a$ , [g/s]	3,51	4,38	5,26	7,01	8,76
Debitul volumetric, $Q_a$ , [m <sup>3</sup> /h]	5,29	5,29	5,29	5,29	11,38
Frecvența de lucru, $f$ , [kHz]	23,2	25,1	26,8	27,4	27,2
Nivelul intensității acustice, $L$ , [dB]	72,2	96,4	118,6	122,2	131,0

Prin variația presiunii, s-a obținut frecvența de lucru a generatorului în domeniul  $f=23 \div 27,5$  kHz (fig. 5). Nivelul intensității acustice și frecvența generatorului au fost determinate în funcție de presiunea aerului la intrarea în generator și de debitul de aer.



a)



b)

**Figura 5.** Nivelul intensității acustice (a) și al frecvenței de lucru (b) în funcție de presiunea de alimentare a generatorului gazodinamic de ultrasunete.

După cum se vede din graficele de mai sus, odată cu creșterea presiunii de alimentare de la  $p=0,1$  MPa la  $p=0,4$  Mpa, crește și nivelul de intensitate acustică  $L$  (fig.5). La fel, creșterea presiunii determină creșterea frecvenței  $f$  de la 23,2 kHz la 27,4 kHz ( $p=0,3$  MPa, fig.5), după care scade nesemnificativ.

#### 4. CERCETAREA PARAMETRILOR FIZICO-CHIMICI AI APELOR TRATATE PRIN TEHNOLOGIA SONICA

Pentru evaluarea stării de calitate a apei brute și a apei tratate sonic, s-au determinat indicatorii fizico-chimici conform STAS-urilor românești:

- Oxigenul dizolvat în apă prin metoda cu tiosulfat de sodiu. [4]
- pH-ul prin metoda potențimetrică.[5]
- Determinarea turbidității. [6]

Metodologia de lucru în cadrul cercetărilor experimentale:

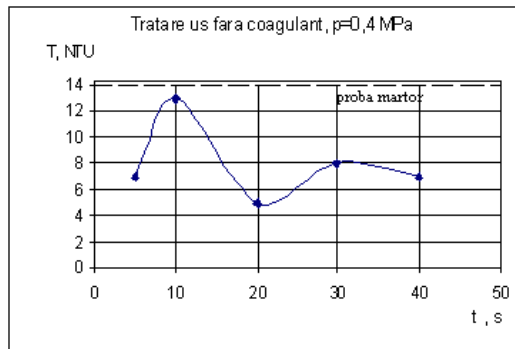
- s-a utilizat un litru de apă brută de Dunăre la care s-a adăugat agenți de coagulare: sulfat de aluminiu ( $Al_2(SO_4)_3$ ) cu doze între 5÷20 mg/l, polihidroxiclorură de aluminiu (Kemwater PAX 18) cu doze între 0,2÷5 ml/l.
- compoziția coagulantului Kemwater PAX 18 este 38% poli-hidroxi-clorură de aluminiu și 62% apă, în conformitate cu documentația producătorului (Kemira Chemie GES.MBH, Krems, Austria).
- proba de apă la care s-a adăugat o doză de coagulant este supusă tratării cu generatorul gazodinamic, durata de tratare fiind cuprinsă între 5-40 secunde.
- presiunea aerului comprimat a variat între 0,1-0,5 Mpa, intensitățile acustice fiind între  $L=70-131$ dB și domeniul de frecvență 23-27,5 kHz.

##### 4.1. Efectul tratării sonice asupra indicatorilor fizico-chimici ai apei brute

Pentru a compara influența tratării sonice a apei în condițiile tehnologice date de prezența coagulantului și de absența lui, s-a studiat influența timpului de tratare sonică asupra a turbidității, pH-ului și a oxigenului dizolvat (DO), parametrii de bază care influențează calitatea apei care să corespundă cu particularitățile ecofiziologice ale speciilor de pești din cotul Dunării vechi și noi din zona ecosistemului Brăila- Galați [7].

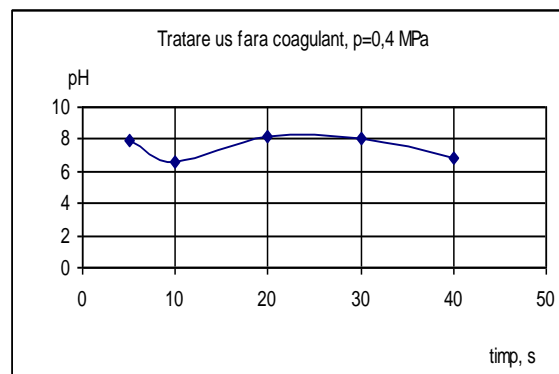
Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în fig. 6-8. Variația turbidității în funcție de timpul de tratare sonică a apei brute (fără coagulant) are caracter neliniar; se observă două maxime la 10 și 30 secunde.

Efectul tratării sonice se observă la  $t=20$ s de ultrasonare și este  $T=5$  NTU (unități nefelometrice de turbiditate), turbiditatea inițială fiind 14NTU(fig.6).



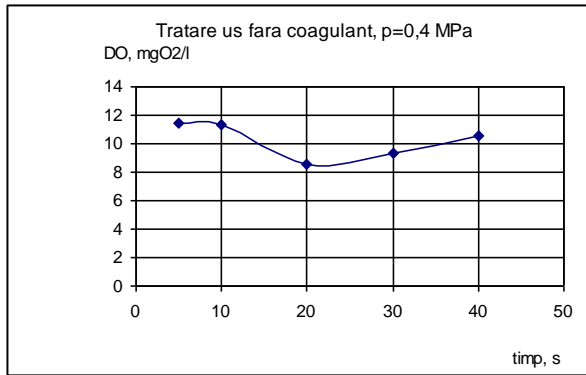
**Figura 6.** Variația turbidității în funcție de timpul de tratare sonică ( $L=131$  dB,  $f=27,2$  kHz ) a apei (apă brută)

Din fig.7 reiese că pH-ul variază de la 6,6 la 8,2. Valoarea inițială a probei martor a fost de 8,02 și se încadrează în limitele de calitate. La ultrasonare se observă de la început scăderea pH-ului cu 1,2 unități, după care se restabilește și se menține aproape neschimbat, iar după 30 s scade cu 1,6 pH, ceea ce indică o creștere a acidității, care poate avea efecte negative asupra peștilor.



**Figura 7.** Variația pH-ului în funcție de timpul de tratare sonică ( $L=131$  dB,  $f=27,2$  kHz ) a apei (apă brută).

Astfel, pH-ul este influențat de timpul de tratare sonică a apei. Totodată, există un interval de timp de tratare la care pH-ul inițial al apei brute nu se mai schimbă. Fenomenul de schimbare a pH-ului confirmă prezența cavitației[8, 9] în condițiile efectuării tratării sonice ( $L=131$  dB,  $f=27,2$  kHz ). Influența tratării sonice asupra conținutului de oxigen dizolvat arată ca au loc 2 procese diferite atât aerarea cât și degazarea apei. Degazare are loc datorită procesului cavitațional generat de undele ultrasonice produse de generatorul gazodinamic, iar aerarea are loc în urma



**Figura 8.** Variația oxigenului dizolvat în funcție de timpul de tratare sonică ( $L=131$  dB,  $f=27,2$  kHz ) a apei (apă brută).

pătrunderii aerului de lucru rezultat din funcționarea generatorului.

După cum rezultă din fig.8 menținerea nivelului constant de oxigen dizolvat al apei are loc la timpuri mici de tratare și nu trebuie să depășească 10 s. În acest caz, cele două procese- degazarea și aerarea se compensează reciproc.

## 4.2. Influența coagulanților asupra parametrilor fizico – chimici ai apei la tratarea sonică

Principalul scop al utilizării coagulanților în tehnologia de tratare a apei [10] este intensificarea procesului de sedimentare din decantoare. În același timp, dozele de coagulanți introduse cu acest scop în apă, raportate la volumul mare de apă reprezintă o masă considerabilă de substanțe chimice utilizate.

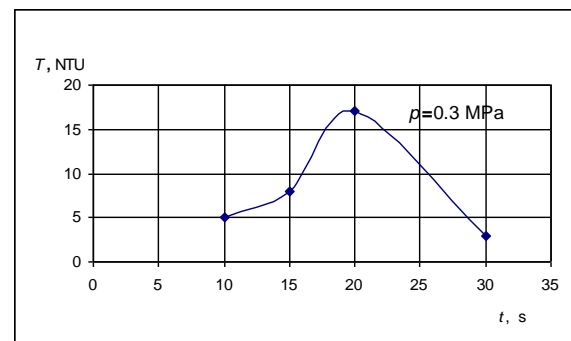
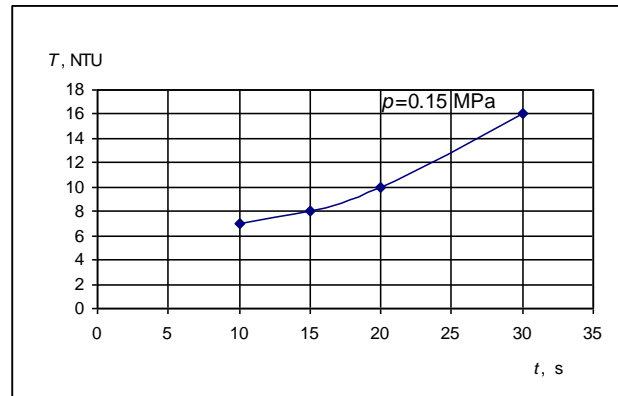
Din punct de vedere economic și al protecției mediului, căutarea soluțiilor de reducere a dozelor de coagulanți reprezintă un interes practic deosebit. Tratarea sonică poate rereprezenta o tehnologie nouă de reducere a consumului de coagulanți.

### 4.2.1. Coagulantul $Al_2(SO_4)_3$

Pentru a studia influența parametrilor acustici și a timpului de tratare sonică asupra apei cu coagulant s-au efectuat următoarele experimente:

- s-au determinat parametrii acustici și gazodinamici prin variația presiunii de lucru a generatorului sonic gazodinamic și timpul de tratare sonică la care turbiditatea este minimă;

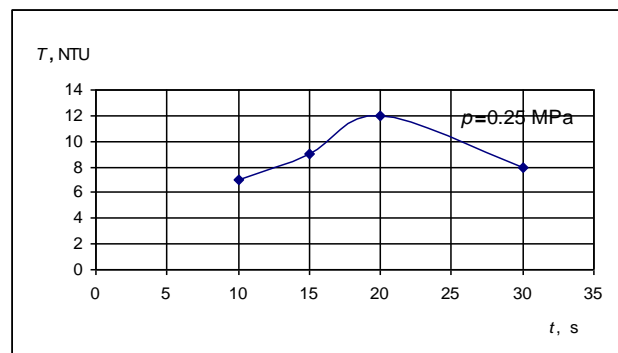
- s-a determinat doza minimă de coagulant la care se obține turbiditatea minimă a apei prin variația



dozei la parametrii acustici stabiliți anterior.

**Figura 9.** Variația turbidității în funcție de timpul de tratare sonică ( $p=0,15$ MPa,  $L=96,4$  dB,  $f=25,1$  kHz ) a apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$

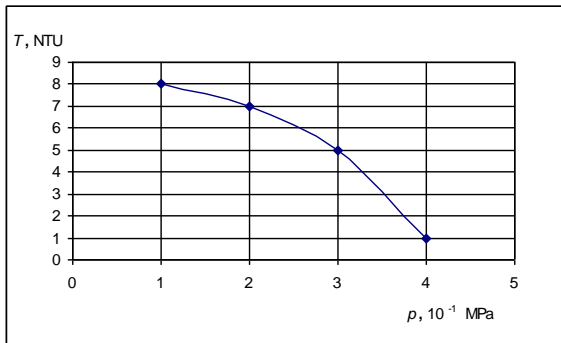
**Figura 10.** Variația turbidității în funcție de timpul de tratare sonică ( $p=0,25$ MPa,  $L=120,4$ dB,  $f=27,1$  kHz ) a apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$



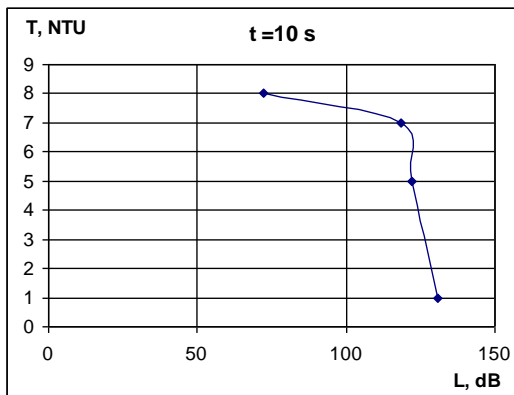
**Figura 11.** Variația turbidității în funcție de timpul de tratare sonică ( $p=0,3$ MPa,  $L=122,2$ dB,  $f=27,4$  kHz ) a apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$

Din fig. 9-11, rezultă că timpul de tratare sonică la care se obține turbiditatea minimă este de 10 secunde.

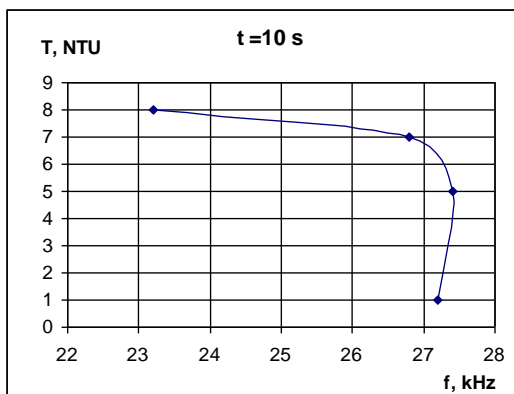
În fig.11-13 se prezintă influența presiunii de alimentare a generatorului și a parametrilor acustici asupra turbidității la timpul de tratare  $t = 10$  s.



**Figura 12.** Variația turbidității în funcție de presiunea de lucru a generatorului (timpul de tratare  $t = 10$  s) a apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$



**Figura 13.** Variația turbidității apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$  în funcție de nivelul intensității acustice (timpul de tratare  $t = 10$  s)



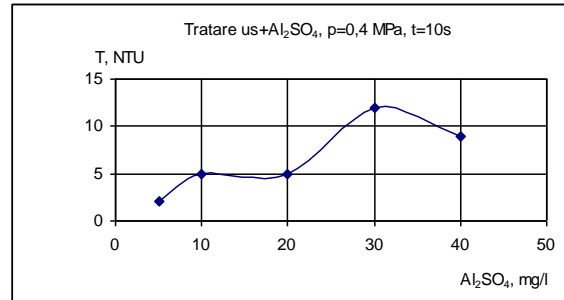
**Figura 14.** Variația turbidității apei cu coagulantul  $Al_2(SO_4)_3$  în funcție de frecvență (timpul de tratare  $t = 10$  s)

Din fig.12 rezultă că turbiditatea minimă se obține la presiunea de lucru a generatorului  $p = 0,4$

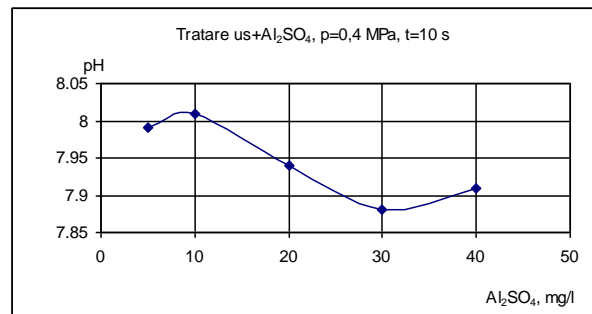
Mpa, ce corespunde nivelului intensității acustice  $L = 131$  dB și frecvenței de lucru  $f = 27,2$  kHz.

Din fig. 13, 14 putem deduce că parametrii critici ai câmpului acustic la care se observă efectul de reducere a turbidității sunt nivelul critic al intensității acustice  $L^* = 118-122$  dB, respectiv frecvența critică de lucru  $f^* = 26,8-27,4$  kHz.

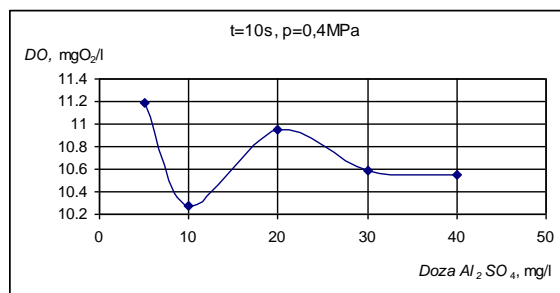
Pentru determinarea dozei minime de coagulant, s-a studiat influența concentrației de coagulant asupra turbidității, a pH-ului și a oxigenului dizolvat (fig.15-17).



**Figura 15.** Variația turbidității apei în funcție de doza de coagulant  $Al_2(SO_4)_3$



**Figura 16.** Variația pH-ului apei în funcție de doza de coagulant  $Al_2(SO_4)_3$



**Figura 17.** Variația oxigenului dizolvat din apă în funcție de doza de coagulant  $Al_2(SO_4)_3$

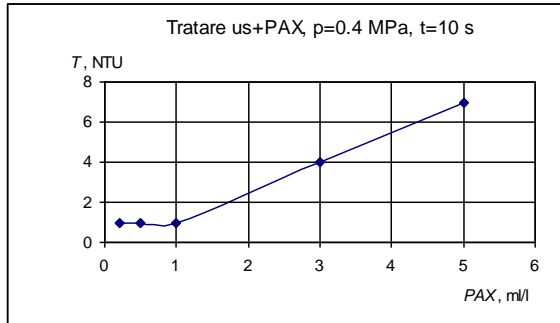
Din graficele prezentate mai sus rezultă că doza la care turbiditatea este minimă, este de 5 mg/l de apă. La această concentrație de coagulant, pH-ul

este normal (pH =7,99) și oxigenul dizolvat are valoarea maximă.

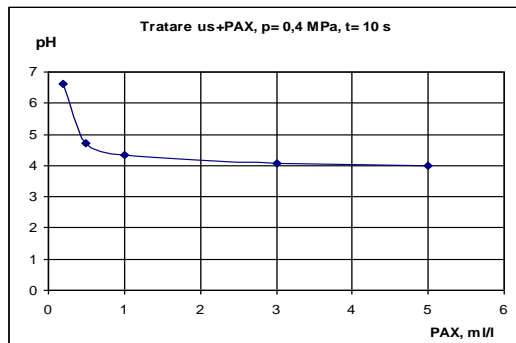
#### 4.2.2. Coagulantul “Kemwater PAX 18”

Pentru determinarea dozei minime de coagulant la care se obține turbiditatea minimă a apei s-a studiat influența concentrației de PAX asupra turbidității, a pH-ului și a oxigenului dizolvat (fig.18-20).

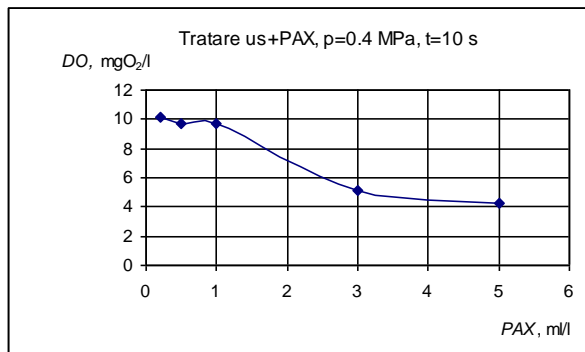
Parametrii acustici la care s-au făcut cercetările sunt aceleași ca și în cazul utilizării coagulantului  $Al_2(SO_4)_3$ , ceea ce a făcut posibilă compararea efectelor.



**Figura 18.** Variația turbidității apei în funcție de doza de coagulant PAX 18



**Figura 19.** Variația pH-ului apei în funcție de doza de coagulant PAX 18



**Figura 20.** Variația oxigenului dizolvat din apă în funcție de doza de coagulant PAX 18

Rezultatele obținute arată că la doze mici de până la 1 ml/l se obține turbiditatea minimă, după care crește liniar. Valoarea pH-ului apei cu coagulant în doze mari de 0,5 ml/l este mai acid (pH= 4,1-4,7), în timp ce la doza de 4 ml/l a apei netratate sonic este de pH=4,33 (pH-ul la doze  $\geq 0,2$  ml/l este apropiat de valoarea normală a apei fără coagulant).

## CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

S-a proiectat instalația de laborator pentru tratarea apelor uzate și generatorul gazodinamic de ultrasunete. S-au determinat parametrii acustici - nivelul intensității acustice și frecvența de lucru a generatorului în funcție de presiunea de alimentare cu aer.

S-au studiat parametrii fizico-chimici ai apelor tratate prin tehnologia sonica.

Efectul tratării sonice se observă la  $t=20s$  de ultrasunare și este  $T=5$  NTU (unități nefelometrice de turbiditate), turbiditatea inițială fiind 14NTU. Se observă de la început scăderea pH-ului cu 1,2 unități, după care se restabilește și se menține aproape neschimbat. După 30 s pH-ul scade cu 1,6, ceea ce indică o creștere a acidității, care poate avea efecte negative asupra peștilor. Fenomenul de schimbare a pH-ului confirmă prezența cavitației [8].

Influența tratării sonice asupra conținutului de oxigen dizolvat arată ca au loc 2 procese diferite atât aerarea cât și degazarea apei;

- pentru menținerea nivelului constant de oxigen dizolvat al apei timpul de tratare nu trebuie să depășească 10 s, în acest caz cele două procese - degazarea și aerarea se compensează reciproc.

S-a studiat influența coagulanților asupra parametrilor fizico – chimici ai apei la tratarea sonică:

- s-au determinat parametrii acustici și gazodinamici prin variația presiunii de lucru a generatorului sonic gazodinamic și timpul de tratare sonică la care turbiditatea este minimă;

- s-a determinat doza minimă de coagulant la care se obține turbiditatea minimă a apei prin variația dozei la parametrii acustici stabiliți anterior.

La utilizarea coagulantului  $Al_2(SO_4)_3$ , turbiditatea minimă se obține la presiunea de lucru a generatorului  $p=0,4$  Mpa, ce corespunde nivelului intensității acustice  $L=131$  dB și frecvenței de lucru  $f= 27,2$  kHz.

S-au determinat parametrii critici ai câmpului acustic la care se observă efectul de reducere a turbidității, care sunt nivelul intensității acustice  $L^*=118-122$  dB, respectiv frecvența de lucru  $f^* = 26,8-27,4$  kHz.

S-a studiat influența concentrației de coagulant asupra turbidității, a pH-ului și a oxigenului dizolvat și s-a determinat doza minimă de coagulant la care turbiditatea este minimă, la această concentrație de 5 mg/l de apă de coagulant, pH-ul este normal (pH = 7,99) și oxigenul dizolvat are valoarea maximă.

Cercetările efectuate cu coagulantul PAX 18 confirmă următoarele:

- la doze de până la 1ml/l se obține turbiditatea minimă, după care crește liniar;
- pH-ul apei la doze  $\geq 0,2$  ml/l este apropiat de valoarea normală a apei fără coagulant;
- pH-ul apei cu coagulant în doze mai mari de 0,5 ml/l este mai acid (pH= 4,1-4,7), în timp ce pH-ul apei cu doza de 4 ml/l a apei netratate sonic era de pH=4,33.

Astfel, prin cercetările efectuate s-au determinat doze minime de coagulant, a căror valoare este de 10-20 de ori mai mică decât în cazul tratării apelor fără ultrasunete.

### ***Bibliografie***

1. **Bălan, G.** *Aerogazodinamică*, Ed. Tehnica-Info, Chișinău, 2003.
2. **Bălan, G.** *Tehnică și tehnologii sonice// Conferința națională cu participare internațională "Cercetarea științifică în condițiile integrării europene", 28-29 mai 2004, Brăila, ISBN 973-8466-50-4, Ed. AGIR, București, 2004.*
3. **Bălan, G., Ciurea, A., Bălan, V., Bordei, M.** *The sonic technologies//Quatrieme edition du colloque francophone en energie, environnement, economie et thermodynamique COFRET'08, Nantes-France, pag. 20-29, ISBN 2.6905267.615, 2008.*
4. STAS 6536-62. *Apă potabilă. Determinarea oxigenului dizolvat în apă.*
5. SR ISO 10523/1997. *CALITATEA APEI- Determinarea pH-ului.*
6. STAS 6323-88. *APĂ POTABILĂ. Determinarea turbidității.*
7. **Albu, D.** *O singură Dunăre*, Ed. Succes, Brăila, 1999.
8. **Anton, I.** *Cavitația, vol II*, Ed. Academiei, București, 1985.
9. **Tudose, C.** *Ultrasunetele*, Ed. Științifică, București, 1997.
10. **Ciurea, A., Cartaș, V., Stanciu, C., Popescu, M.** *Managementul mediului*, Ed. D.P., RA, București, 2005.