



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2010

EXTRAGEREA HIDROGENULUI SULFURAT ȘI RENATURALIZAREA MĂRII NEGRE

Mircea Dimitrie CAZACU, Răducu Viorel IANCU

HYDROGEN SULPHIDE EXTRACTION AND BLACK SEA NAURALIZATION

One presents an original method and installation to naturalise the deep waters of the Black Sea, menaced to be in any decades a death sea.

One gives a theoretical part for the applying proposed installation and one presents the multiple advantages of the proposed method and installation, which are not only environment friendly, but also endowed with many renewable energies and valuable materials achievements.

Cuvinte cheie: renaturalizarea Mării Negre, extragerea hidrogenului sulfurat, energii inepuizabile, protecția mediului

1. Importanța deosebită a problemei studiate

Un caz deosebit al Mării Negre este creșterea continuă a concentrației de hidrogen sulfurat, datorită unui fenomen catastrofal produs cu circa 6500-7500 de ani în urmă, care a creat strâmtoarea Bosforului, prin care apele sărate ale Mării Mediterane s-au scurs în Marea Neagră, al cărei nivel de apă dulce era inferior cu circa 120 m [1], [2].

Astfel, în fiecare an concentrația de hidrogen sulfurat crește cu 2 m și s-a ridicat în ultimii ani de la 180 la 150 m, sub care limită există numai bacterii sulfuroase, peștii trăind numai până la adâncimea de 50

m, zonă aerată prin prezența valurilor, Marea Neagră fiind amenințată a deveni o mare moartă în câteva decade [3] - [7].

2. Procedeele avantajoase de eliminare a hidrogenului sulfurat

În anul 2008 am propus o metodă și instalație (figura 1) brevetate [8] pentru renaturalizarea apelor poluate din adâncul lacurilor, mărilor sau oceanelor, ce permite eliminarea fenomenului eruptiv din conducta ascendentă, datorat bulelor de gaz în expansiune, prin funcționarea periodică a acestei conducte lungi [9], [10] și aducerea apei nepoluată într-un rezervor superior din care poate fi eliminată în mare, simultan cu utilizarea energiei bulelor de gaz ce vor expanda într-un turbodetentor, cât și obținerea energiei prin arderea hidrogenului sulfurat, în scopul transformării poluantului în elemente utile, precum: producerea de energie, obținerea de acid sulfuric și eventual a deuteriului.

Metoda de renaturalizare a apei poluate din adâncul lacurilor, mărilor și oceanelor, constă în accelerarea progresivă a lichidului în conducta verticală prin realizarea unui vacuum în partea superioară a rezervorului, atașat de conductă.

Pentru eliminarea fenomenului eruptiv, cauzat de accelerarea fluidului ascendent în conducta verticală datorită expansiunii bulelor de hidrogen sulfurat se poate închide rapid vana la sosirea primelor bule de gaz, până în care moment apa nepoluată cu bule de hidrogen sulfurat poate fi acumulată în rezervor.

Hidrogenul sulfurat extras din apa de adâncime, după completa acumulare sub vana din partea superioară a conductei verticale, se va afla la o presiune importantă depinzând de greutatea celor două coloane cu apă și gaz, în care caz putem utiliza energia produsă prin expansiunea gazului condus printr-o conductă laterală conectată la un turbodetentor cuplat direct cu un generator electric, sau cu o turbosuflantă, utilizată pentru aerul necesar arderii hidrogenului sulfurat și pentru obținere altor substanțe utile incluse în acestea, precum:

- acidul sulfuric;
- expansiunea într-o turbină a gazelor arse, aceasta fiind cuplată cu un alt generator electric, instalația necesitând puțină energie externă numai la pornire.

Deci $B = 20 \text{ ms/m}^3$, din care vom scădea cele două parabole: a pierderilor prin frecare, în condiția

$$h_{\text{frec}}(Q) = k_{\text{frec}} Q^2 = 50 Q^2, \quad (2)$$

$$h_{\text{frec}}(0,1) = 0,5 \text{ m} = k_{\text{frec}} 0,01 \rightarrow k_{\text{frec}} = 50 \text{ ms}^2/\text{m}^6$$

și pierderile prin șoc la intrarea în palete, fiind nule la debitul nominal, presupus a fi $Q_n = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$

$$h_{\text{soc}}(Q) = k_{\text{soc}} (Q - Q_n)^2 = 555,55 (Q - 0,03)^2, \quad (3)$$

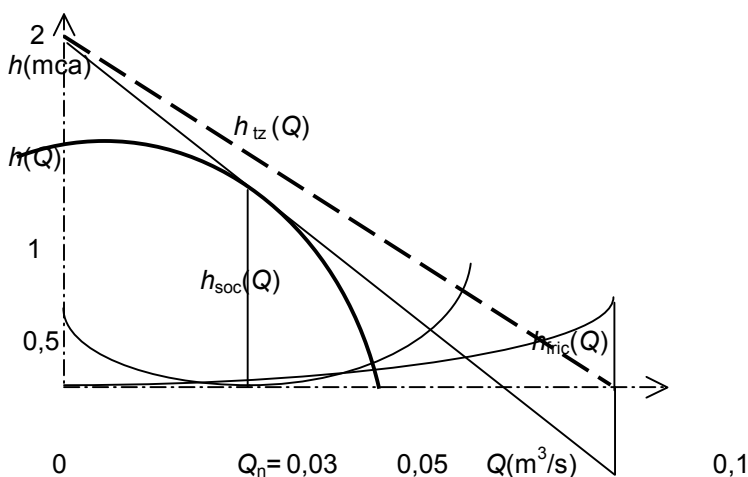


Fig. 2 Curbele caracteristice ale ventilatorului centrifugal

și în condiția

$$h_{\text{soc}}(0) = 0,5 = k_{\text{soc}} 0,03^2 \rightarrow k_{\text{soc}} = 555,55 \frac{\text{ms}^2}{\text{m}^6},$$

obținând în final curba caracteristică din formula (1) din care vom calcula debitul ventilatorului la diferite momente de timp t , cu relația

$$605,55 Q^2(t) - 13,33 Q(t) - 1,5 + h(t) = 0, \quad (4)$$

din care vom utiliza valoarea pozitivă a debitului

$$Q(t) = \frac{13,33 + \sqrt{177,68 + 2422,2[1,5 - h(t)]}}{1211}. \quad (5)$$

4. Accelerarea curgerii în conducta verticală

Scriind ecuația lui Bernoulli pentru mișcarea nepermanentă [10] a unui fluid incompresibil și real pe linia de curent de la suprafața liberă la rezervor (figura 1) în care P_{at} este presiunea atmosferică, P_R este presiunea

$$\frac{P_{at}}{\gamma} = \frac{P_R}{\gamma} + \frac{W^2(t)}{2g} \left(1 + \sum \zeta + \lambda \frac{L}{d} \right) + W \frac{L}{g}, \quad (6)$$

din rezervor, W este viteza lichidului în conducta verticală de lungime L și diametru d , ζ fiind coeficientul local de pierdere de sarcină, iar λ cel liniar.

Presupunând că presiunea din rezervor P_R este constantă în fiecare moment de timp și notând cele două constante cu

$$\frac{1 + \sum \zeta + \lambda \frac{L}{d}}{2L} = a \quad \text{și} \quad \frac{P_{at} - P_R(t)}{\rho L} = b(t) \quad (7)$$

Prin integrare la diferiți timpi și intervale de viteză, în care vom considera $b(t) = ct.$, conform [11], integrala vitezei este de forma

$$\int_{t_{n-1}}^{t_n} t = t_n - t_{n-1} = \int_{V_{n-1}}^{V_n} \frac{dV}{b(t_{n-1}) - aV^2} = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{ab} + bV}{\sqrt{ab} - bV} \Big|_{V_{n-1}}^{V_n} \quad (8)$$

În consecință procesul de vacuumare al rezervorului de la volumul inițial V_0 , completat cu volumul de apă V_p adus de conducta verticală în mișcare accelerată, se va produce în felul următor:

$$W(t) = \sqrt{\frac{2(P_{at} - P_R)}{\rho(1 + \sum \zeta + \lambda L/d)}} \frac{e^{2t\sqrt{\frac{(P_{at} - P_R)(1 + \sum \zeta + \lambda L/d)}{2\rho L^2}}} - 1}{e^{2t\sqrt{\frac{(P_{at} - P_R)(1 + \sum \zeta + \lambda L/d)}{2\rho L^2}}} + 1}, \quad (9)$$

$$V_n (\text{m}^3) = V_{n-1} - (t_n - t_{n-1}) \left(F_{n-1} + \frac{\pi d^2}{4} W_{n-1} \right), \quad (10)$$

$$P_n (\text{N/m}^2) = P_{n-1} V_n^{1.4} / V_{n-1}^{1.4}, \quad (11)$$

$$h_n (\text{mca}) = \frac{101.330 - P_n}{9.806}, \quad (12)$$

$$H_n (\text{m}) = 0,25t_n + (t_n - t_{n-1}) W_{n-1}. \quad (13)$$

5. Concluzii

Rezultatele sunt prezentate în figura 3 și tabelul 1

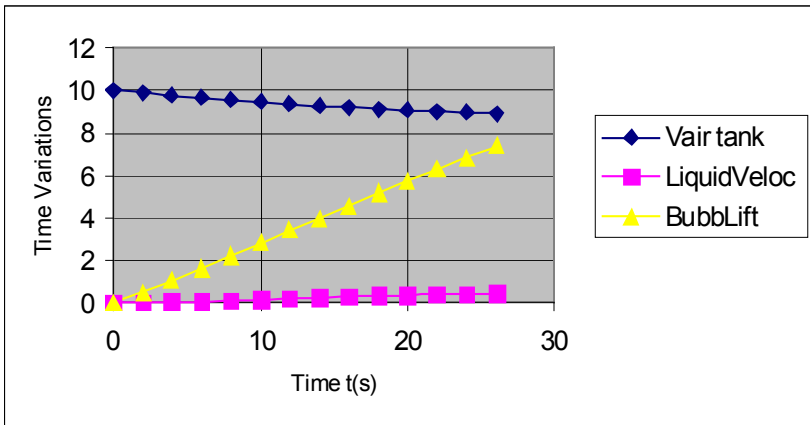


Fig. 3 Variația în timp a volumului de aer în rezervor, a vitezei lichidului în conductă și a ridicării bulilor

Tabelul 1

t (s)	Vaer (m ³)	P _R (N/m ²)	h (mca)	Q (m ³ /s)	Wc (m/s)	Hbule (m)
0	10	101330	0	0,06198	0	0
2	9,87603	99575	0,17889	0,05899	0,00701	0,51402
4	9,75792	97912	0,34850	0,05598	0,02718	1,05437

6	9,64552	96337	0,50915	0,05293	0,05884	1,61769
8	9,53873	94847	0,66108	0,04982	0,09958	2,19916
10	9,43752	93441	0,80446	0,04664	0,14629	2,79258
12	9,34194	92119	0,93930	0,04336	0,19552	3,39105
14	9,25213	90881	1,06549	0,03997	0,24402	3,98804
16	9,16836	89731	1,18276	0,03640	0,28916	4,57833
18	9,09100	88673	1,29066	0,03261	0,32928	5,15856
20	9,02060	87713	1,38855	0,02847	0,36357	5,72714
22	8,95794	86861	1,47542	0,02372	0,39192	6,28385
24	8,90434	86135	1,54954	0,01727	0,41456	6,82912
26	8,86327	85579	1,60620		0,43143	7,36287

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ballard, R.D., *Black Sea Expedition*. Nationall Geografic Society, 1999.
- [2] Cazacu, M.D., Iancu, V.R., *Chapter 6 – Advantageous Naturalization of the Black Sea Waters*. Macro-engineering in Seawater in Unique Environments. Arid Lowlands and Water Bodies Rehabilitation. Springer Publishing House, 9 p., under printing.
- [3] Cazacu, M.D., *Tehnologii pentru o dezvoltare durabilă*. Acad. Oamenilor de Știință din România. Congresul "Dezvoltarea în pragul mileniului al III-lea", Secția "Dezvoltarea durabilă", 27-29 sept. 1998, București. Editura EUROPA NOVA, 1999, pag. 533 – 539.
- [4] Cazacu, M.D., Iancu, V.R., *Advantageous technologies for Black Sea water restoration by elimination of hydrogen sulfide*. International Symposium *Coastal Erosion: Problems and Solutions*, 26–28 June 2003, Mangalia – Romania, CD.
- [5] Cazacu, M.D., *Environment and human friendly technologies for sustainable development*. Internat. Sympos."Environmental Legislation and Education for a Better Quality of Life in Balkan Area", 26-28 Febr. 2004, Romanian Senate, Bucharest, CD.
- [6] Cazacu, M.D., *Black Sea deep water restoration*. Al 3-lea Congres al Academiei Oamenilor de Știință din România "Apa un miracol", 1-4 iunie 2004, Univ.Ovidius, Constanța, CD.
- [7] Cazacu, M.D., *A new energy source and the Black Sea restoration*. Internat. Sympos." The renewable energies and the sustainable development", 23 – 25 September 2004, The Danube Delta – Tulcea, Romania, CD.
- [8] Cazacu, M.D., Iancu, R.V., *Metodă și instalație de renaturalizare a apelor din lacuri, mări și oceane*. Patent registered at OSIM with the number A / 01011 / 22.12.2008.

- [9] Cazacu, M.D., *Studiul coloanelor verticale aerate*. Simpozionul *Curgeri bifazice industriale*, 27-28 noiembrie 1987, Institutul Politehnic, Bucuresti, Vol.2, pag.180.
- [10] Cazacu, M.D., Iancu, V.R., *Water inertia time for a long pipeline start*. The 5th Internat. Conf. on Hydraulic Machinery and Hydrodynamics, 18-20 Oct.2000, Timișoara, Bul. Șt. Univ. *Politehnica* Timișoara, Tom. 45 (59), pag. 55-58.
- [11] Hütte, I., *Manualul inginerului*. Vol. I, Editura AGIR, 1947, București, pag.107.

Prof.Dr.Ing. Mircea Dimitrie CAZACU,
Universitatea *Politehnica* din București,
membru AGIR și al Academiei Oamenilor de Știință din România
e-mail: cazacumircea@yahoo.com
Drd.Ing. Răducu Viorel IANCU
Fujiserv SRL
e-mail: raducu.iancu@ygmail.com