

CZU: 628.1

APA DURĂ: CAUZE ȘI EFECTE. DEDURIZAREA ȘI UTILIZAREA DEȘEURILOR
STRONG WATER: CAUSES AND CONSEQUENCES. SOFTENING AND USE OF
WASTE WATER

*MAFTULEAC Alexei, doctor în științe chimice,
Institutul de Chimie al AȘM, Chișinău*
*OCOPNAIA Natalia, doctor în științe chimice,
Universitatea Liberă Internațională din Moldova, Chișinău*
*BONDARENKO Nadejda, doctor în științe chimice
Institutul de Chimie al AȘM, Chișinău*

*MAFTULEAC Alexei, PhD,
Institute of Chemistry of the ASM, Chisinau*
*OCOPNAIA Natalia, PhD,
Free International University of Moldova, Chisinau*
*BONDARENKO Nadejda, PhD,
Institute of Chemistry of the ASM, Chisinau*

***Adnotare:** Datorită compoziției și structurii moleculelor ei, apa are un șir de proprietăți cu totul deosebite, și una din acestea este că apa reprezintă un solvent universal. În apă se dizolvă substanțe din toate cele trei stări de agregare – gaze, lichide și solide. Din această cauză, apă pură, fără adausuri, practic nu există. În acest articol au fost luate în considerare cauzele durtității apei și consecințele utilizării apei dure în industrie și în viața cotidiană. Se prezintă compoziția apei și metodele de înmuiere a apei, utilizarea depunerilor de carbonat uscat ca aditivi în materialele de construcție.*

***Annotation:** Due to the composition and structure of its molecules, water has a number of distinct properties, and one of these is that water is a universal solvent. Water is dissolved in all three aggregates - gases, liquids and solids. Because of this, pure water, without additions, basically does not exist. In this article the causes of water hardness and the consequences of the use of hard water in industry and in everyday life have been considered. The composition of water and the methods of water softening, the use of the dry carbonate deposits as additives in building materials are listed.*

***Cuvinte-cheie:** apă dură, solvent universal, valorile depistate, metode de dializă, metode de înmuiere a apei.*

***Keywords:** hard water, universal solvent, detected values, dialysis methods, water softening methods.*

Introducere

Apa este una din cele mai importante substanțe pe planeta noastră. Rolul ei în procese geologice și biologice este imens – fără apa lichidă Pământul, ca planetă, ar avea cu totul alt aspect. Datorită compoziției și structurii moleculelor ei, apa are un șir de proprietăți cu totul deosebite, și una din acestea este că apa reprezintă un solvent universal. În apă se dizolvă substanțe din toate cele trei stări de agregare – gaze, lichide și solide. Din această cauză, apă pură, fără adausuri, practic nu există. Chiar și apa din laboratoare, obținută prin distilare în vase de sticlă-cuarț sau platină, tot una conține ioni trecuți în apă din materialul recipientului. Apa din natură, de la cea de ploaie până la

cea din râuri și mare, conține acei ingrediente, care caracterizează toate procesele și schimbările prin care ea a trecut. În acest articol au fost luate în considerare cauzele durtății apei și consecințele utilizării apei dure în industrie și în viața cotidiană. Se prezintă compoziția apei și metodele de înmuiere a apei, utilizarea depunerilor de carbonat uscat ca aditivi în materialele de construcție.

Material și metodă

Suportul metodologic al investigațiilor a servit metoda dialectică în prisma elementelor fundamentale de cunoaștere – inducție, deducție, analiză, sinteză, documentarea, observarea, gruparea și altele. Drept suport al investigației au servit cadrul legal care reglementează domeniu în cauză, precum și concepțiile teoretice ale economiștilor autohtoni și străinii.

Rezultate și discuții

Circuitul apei în natură este cauzat de trecerea apei din stare solidă (gheață) în cea lichidă și cea gazoasă (vapori). În dependență de situația climaterică, cantități enorme de apă sunt transportate dintr-o zonă a Pământului în alta, iar în acest proces apa dizolvă din atmosferă azot, oxigen, dioxid de carbon. Căzând sub formă de precipitații și trecând apoi prin roci și stratul solului, ea se îmbogățește cu compuși solubili ai calciului și magneziului care pot fi detectați în apa izvoarelor și râurilor [1, 2]. Anume acești compuși în apa potabilă sunt cauza durtății ei și problemelor legate de acest fenomen. În tabelul 1 sunt indicate concentrațiile depistate ale unor substanțe în apa din apeductul Chișinăului în comparație cu cele admisibile pentru apa potabilă conform standardelor în vigoare. Din acest tabel se observă că apa din apeduct satisface cerințele medico-sanitare și se caracterizează ca apă cu duritate medie.

Duritatea apei se măsoară în miliechivalenți la litru (meq/dm^3) și se clasifică ca apă moale (1-3 meq/L), cu duritate medie (3-6 meq/L), dură (6-10 meq/L) și foarte dură (mai mult de 10 meq/L), în dependență de conținutul compușilor calciului și magneziului [3, 4]. Pentru apa de aprovizionare centralizată duritatea admisibilă este de 7 meq/L. Uneori în literatură și Internet se pot întâlni și alte unități de măsură a durtății apei – în grade. Sunt grade germane ($^{\circ}\text{dH}$), englezești ($^{\circ}\text{Clark}$), franceze ($^{\circ}\text{fH}$), americane (ppm_w), rusești ($^{\circ}\text{Ж}$). Unui grad german corespunde duritatea 0.3566 meq/L, iar relațiile dintre alte unități pot fi găsite în diferite surse [5, 6]. Duritatea mare a apei creează probleme de ordin tehnic și medico-sanitar.

Exemple:

1 - în țevile apeductului și în cele de încălzire (calorifere, boilere) se formează concreții calcaroase ce duc la o uzură a lor înainte de termen.

2 - în aparatele electrice (termice), de uz casnic (ceainice, mașini de spălat) stratul calcaros înrăutățește conductibilitatea termică, ceea ce duce la un consum excesiv de curent electric.

3 - apa dură nu poate fi utilizată în unele procese tehnologice ca producerea medicamentelor, berii și altor băuturi, vopsirea țesăturilor ș.a.,

4 - fiind utilizată pentru băut, apa dură poate crea probleme de sănătate, ca urolitiaza (pietricele în rinichi și căile urinare).

Tabelul 1. Concentrațiile depistate ale unor substanțe în apa din apeduct și valorile lor admisibile pentru apa potabilă [elaborat de autor pe baza materialului studiat]

Denumirea parametrilor și unitatea de măsură	Valorile depistate	Valorile admisibile	DN a metodei de încercări
Duritatea totală, grade germane, min	11,09	5	GOST 4151-72
Hidrogenocarbonați (HCO_3^-), mg/L	183,0		GOST 23268.3-78

Denumirea parametrilor și unitatea de măsură	Valorile depistate	Valorile admisibile	DN a metodei de încercări
Cloruri (Cl ⁻), mg/L	28,5	250	SM SR EN ISO 9297:2012, PS-14/2014
Sulfăți (SO ₄ ²⁻), mg/L	57,8	250	GOST 4389-72, PS-8/2014
Calciu (Ca ²⁺), mg/L	54,4		SM SR EN ISO 7980:2012;PS- 5/2014
Magneziu (Mg ²⁺), mg/L	15,7		SM SR EN ISO 7980:2012;PS-7/2014
Sodiu (Na ⁺), mg/L	26,4	200	SM ISO 9964-3:2013, PS-6/2014
Potasiu (K ⁺), mg/L	5,35		SM ISO 9964-3:2013, PS-4/2014
Fier (Fe ²⁺ + Fe ³⁺) total, mg/L	<0,1	0,3	GOST 4011- 72
Reziduu uscat (105°C), mg/L	266,4	1500	SM STAS 9187:2007
Fluoruri (F ⁻), mg/L	0,12	1,5	Met.unif. M.1987,v.2, pag. 1073, PS-11/2014
Stronțiu (Sr ²⁺), mg/L	1,0	7	GOST 23950 – 80
Nitrați (NO ₃ ⁻), mg/L	2,93	50	GOST 18826-73
Indicele de hidrogen (pH), unit. pH	8,30	6,5 - 9,5	SM SR EN ISO 10523:2014
Oxidabilitatea permanganată, mgO/L**	1,96	5	GOST 23268. 12-78
Amoniac și ioni de amoniu (total) (NH ₄ ⁺), mg/L	<0,05	0,5	GOST 4192-82
Nitriți (NO ₂ ⁻), mg/L	<0,003	0,5	GOST 4192-82

De menționat, însă, că apa prea moale, sau desalinizată, are și ea unele neajunsuri – poate accelera procesul de coroziune a țevilor de metal din cauza lipsei proprietăților de tampon acido-bazic, iar când este utilizată pentru băut, mărește riscul de apariție a bolilor cardio-vasculare (absența magneziului și altor elemente). Pentru a exclude proprietățile nedorite ale apei dure, enumerate deja mai sus, la întreprinderile industriale apa este supusă procedurii de dedurizare. Sunt cunoscute așa metode de dedurizare a apei: 1 – metoda termică, prin fierbere sau înghețare, 2 – cu schimb de ioni, trecând apa prin ionitizi, 3 – dializă, separând apa de săruri cu ajutorul membranelor semipermeabile, 4 – tratare cu reactive (var stins, sodă, fosfat de sodiu), 5 - metode combinate, din cele enumerate anterior. Fiecare din aceste metode are avantajul și dezavantajul său,

unele sunt foarte eficiente, dar și scumpe, prin urmare, acestea nu sunt accesibile pentru întreprinderi mici.

Drept exemplu de efect, cauzat de utilizarea apei cu duritate medie (din apeductul or. Chișinău), am studiat depunerile calcaroase de pe încălzitorul electric al boilerului de tipul „Ariston”. Crusta formată pe încălzitor a fost înlăturată mecanic și colectată într-un vas, apoi uscată la temperatura camerei. După atingerea unei valori constante de masă, mostră selectată a fost mărunțită și supusă analizei chimice și cercetată cu ajutorul razelor X (analiză Roentgen pentru determinarea fazelor cristaline prezente în probă).

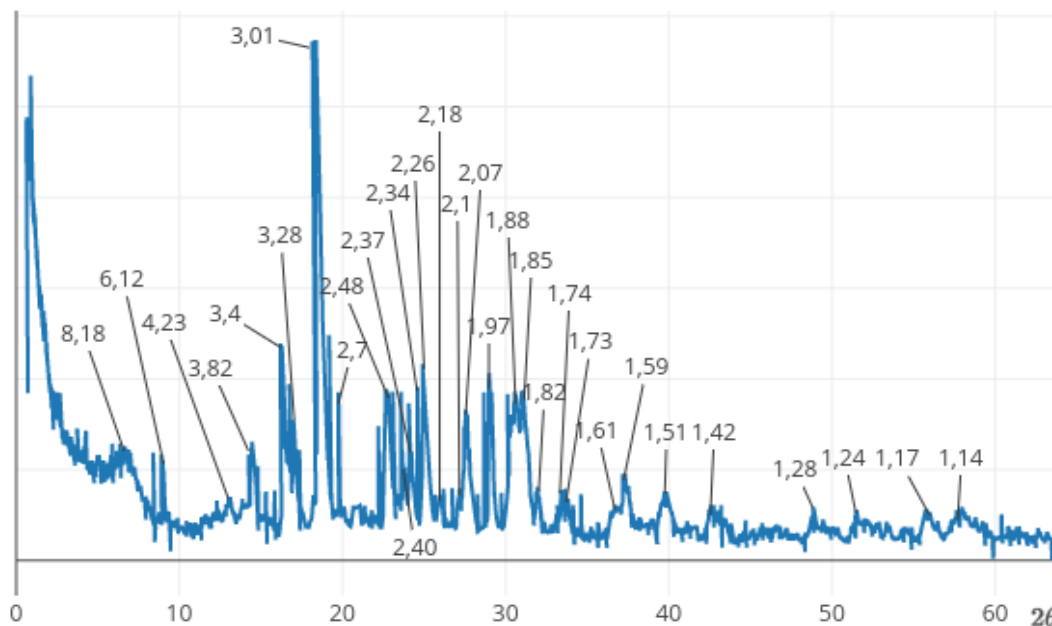


Figura 1. Difractograma crustei calcaroase mărunțite de pe încălzitorul boilerului [elaborat de autor pe baza materialului studiat]

În Figura 1 este prezentată difractograma probei examinate (reflexe mai evidențiate: 3.82; 3.01; 2.07; 1.59 - ale calcitului și 3.40; 3.28; 2.68; 1.88; 1.85; 1.74 – ale aragonitului, respectiv e), iar în Tabelul 2 sunt indicați componenții chimici principali ai ei. Din difractogramă se observă prezența carbonatului de calciu sub formă de minerale - calcit și aragonit, mai mult ca atât, calcitul predomină cantitativ, acestea fiind identificate datorită reflexelor lor caracteristice. Determinarea mineralelor în proba-crustă a fost efectuată utilizând difractometrul „Dron-3”, emanație Fe K_α și consultând tabelele din cartoteca roentgenometrică. Analiza chimică confirmă prezența în probe a compușilor calciului, magneziului și fierului (Tabelul 2).

Tabelul 2. Conținutul unor elemente în proba solidă calcaroasă, extrasă de pe încălzitorul electric al boilerului [elaborat de autor pe baza materialului studiat]

Nr. de ordine	Denumirea probei	Ca ²⁺ , g/kg	Mg ²⁺ , g/kg	Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , mg/kg
1	Crustă	282.7	39.4	130.0

Notă: Analizele probelor de apă (Tabelul 1) și crustă calcaroasă (Tabelul 2) au fost efectuate în Laboratorul Chimiei Apei din cadrul Institutului de Chimie al Academiei de Științe a Moldovei

Concluzii

Dintre metodele de dedurizare existente la moment cea mai răspândită, mai simplă, și deci accesibilă, este cea de prelucrare a apei dure cu reactive. În urma tratării chimice a apei, precum și după curățirea mecanică a schimbătoarelor de căldură și altor elemente tehnice, la termocentralele electrice se acumulează cantități însemnate de material calcaros în calitate de deșeu. Problema deșeurilor, la general, în întreaga lume este una importantă, care nu poate fi neglijată. Cu atât mai mult, în astfel de țări, precum țara noastră cu o densitate mare a populației și cu puține resurse minerale necesare unei industrii moderne. Chiar și în țări mai dezvoltate și bogate, deșeurile sunt reutilitate. În acest context, apariția Hotărârii Guvernului Republicii Moldova Nr 606 din 26.06.2000 despre aprobarea Programului național de valorificare a deșeurilor de producție și menajere [7] a fost una binevenită. (În anul 2015 această Hotărâre Nr. 606 a fost abrogată [8]). Deșeurile calcaroase provenite din apa dură în rezultatul utilizării ei în ramura energetică pot fi utilizate în calitate de adausuri la materia primă pentru obținerea unor amestecuri în construcție: de beton [9], pentru tencuire și finisare [10, 11]. În acest scop a fost propusă și o linie tehnologică pentru prepararea continuă a amestecurilor uscate și dispozitiv pentru uscarea continuă a materialelor disperse [12].

Bibliografie

1. Hotărârea Guvernului privind aprobarea Programului national de valorificare a deșeurilor de producție și managere. Nr. 606 din 26.06.2000. In: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 699, 2000.
2. Hotărârea Guvernului. Nr.796 din 26.10.2012. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 228, art. 856, 2012.
3. Ocopnaia N. Amestec de beton. Brevet de invenție Nr. 2453 (MD), 2003.
4. Ocopnaia N. Amestec uscat pentru construcții. Brevet de invenție Nr. 2462 (MD), 2003.
5. Ocopnaia N. Compoziție pentru tencuire și procedeu de obținere a acesteia. Brevet de invenție Nr.2306 (MD), 2003.
6. Ocopnaia N., Gadjel A. Linie tehnologică pentru prepararea continuă a amestecurilor uscate și dispozitiv pentru uscarea continuă a materialelor disperse. Brevet de invenție Nr. 3191 (MD), 2003.
7. Глинка Н.П. Жесткость природных вод и ее устранение. Общая химия. 24-ое изд., Химия, Ленинград, 1985. 586 с.
8. Горячева Н., Гладкий В., Бундуки Е. и др. Ионный состав и жесткость воды среднего Днестра. – Studia Universitatis. Revista științifică a Universității de Stat din Moldova. Științe ale naturii, 2007, vol.1, p.233–238. www.studiamsu.eu/wp-content/uploads/48.-p.233-238.pdf
9. Жесткость. www.water.ru/bz/param/harsshness.shtml.
10. Калькулятор жесткости воды. www._mosvodokanal .ru/ forpeople/calculator.php
11. Оценка качества воды для питьевых, технических и ирригационных целей. abratsev.ru/hydrosphere/quality.html
12. Перевод единиц (градусов) жесткости воды. www .dpva. ru/ Guide/ Guide Units Alphabets/ guideUnitsAlphabets/WaterHardnessConvertition/