

**INFLUENȚA TRATĂRII CONCOMITENTE CU REAGENȚI GAZOȘI ȘI CÂMPURI
ELECTROMAGNETICE ASUPRA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-CHIMICE ALE
PRODUSELOR INDUSTRIALE DIN STICLĂ**

**INFLUENCE OF SIMULTANEOUS TREATMENT WITH GASEOUS REAGENTS AND
ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF
INDUSTRIAL GLASSWARE**

Vasile ȘARAGOV

Universitatea de Stat "Alec Russo" din Bălți
E-mail: vsharagov@gmail.com

Galina CURICHERU

Universitatea de Stat "Alec Russo" din Bălți
E-mail: curicherugalina@mail.ru

Rezumat. A fost cercetată influența unor factorii asupra dezalcalinizării produselor industriale din sticlă cu reagenți gazoși în câmpuri electromagnetice. Obiecte de cercetate: produse industriale din sticlă (ambalaj, produse pentru menaj, sticlă de geam), reagenți gazoși (dioxidul de sulf, clorura și fluorura de hidrogen, difluordiclorometanul, difluorclorometanul și amestecurile de gaze) și câmpuri electromagnetice (constant, variabil și în impuls). Procedeele de tratare al produselor din sticlă include acțiunea concomitentă a câmpului electromagnetic cu inducția de 0,05 - 0,25 T la temperatura de 500 - 650 °C și acțiunea reagentului gazos cu un debit de 0,5 - 5,0 μmol/m² al suprafeței sticlei. Experimentele au fost efectuate în condiții de laborator și de fabricare. În rezultatul tratării concomitente a produselor din sticlă cu câmp magnetic și dezalcalinizării cu reagenți gazoși, stabilitatea chimică a suprafeței sticlei crește de zeci de ori, rezistența mecanică - cu 30 - 50 %, stabilitatea termică și microduritatea - cu 10 - 15 %.

Cuvinte cheie: produse industriale din sticlă, tratare, câmp electromagnetic, reagent gazos, proprietate fizico-chimică.

Abstract. The authors of the article studied the influence of some factors on dealcalization of industrial glassware with gaseous reagents in electromagnetic fields. The objects of investigation are: industrial glassware (containers, assorted glassware, sheet glass samples), gaseous reagents (sulfur dioxide, hydrogen fluoride and chloride, difluorochloromethane, difluorochloromethane and gas mixtures) and electromagnetic fields (constant, variable and impulse). The procedure of glassware treatment provides for a simultaneous action of electromagnetic field with an induction of 0.05 - 0.25 T at a temperature of 500 - 650 °C and action of gaseous reagent with a flow rate of 0.5 - 5.0 μmol / m² on glass surface. The experiments have been carried out in laboratory and industrial conditions. Following the simultaneous treatment of glassware with magnetic field and dealcalization with gaseous reagents, the chemical stability of glass surface increases ten-fold, mechanical strength - by 30 - 50 %, thermal stability and microhardness - by 10 - 15 %.

Key words: industrial glassware, treatment, electromagnetic field, gaseous reagent, physico-chemical property.

Introducere

O metodă simplă și eficientă de sporire a stabilității chimice a suprafeței sticlelor industriale este tratarea termochimică cu gaze acide. Esența acestei metode constă în dezalcalinizarea suprafeței sticlei cu reagenți gazoși și în rezultat se modifică structura și compoziția stratului superficial al ei. Modificarea suprafeței sticlelor industriale cu gaze acide duce la mărirea stabilității chimice de zeci de ori, la fel crește și rezistența mecanică cu 20-30 %, microduritatea și rezistența termică - cu 10-15 %. Pentru tratarea termochimică a produselor industriale din sticlă se utilizează dioxidul de sulf, clorură de hidrogen, derivați halogenați ai hidrocarburilor și alți reagenți gazoși [1, 2].

Dezavantajul principal al tratării termochimice cu reagenți gazoși este grosimea mică a stratului dezalcalinizat al sticlei. În dependență de regimul și condițiile de tratare termochimică grosimea stratului

dezalcalinizat la sticlele industriale variază de la părți de μm până la $1 \mu\text{m}$. În procesul de fabricare, depozitare și exploatare a produselor din sticlă stratul dezalcalinizat este ușor deteriorat, și în rezultat se diminuează efectul în îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice [3].

În baza experimentelor efectuate am stabilit existența unei corelații strânse între grosimea stratului dezalcalinizat al sticlei cu reagenți gazoși, proprietățile fizico-chimice, compoziția și structura stratului superficial. Din rezultatele obținute rezultă că îmbunătățirea maximă a proprietăților sticlei se asigură la grosimea maximă a stratului dezalcalinizat și gradul lui de dezalcalinizare [2].

În cercetările noastre a fost înaintată ipoteza: cu cât mai mare este intensitatea dezalcalinizării a sticlei, cu atât mai mare se obține efectul în îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice ale produselor industriale. Scopul lucrării constă în cercetarea influenței tratării concomitente cu reagenți gazoși și câmpuri electromagnetice asupra proprietăților fizico-chimice ale produselor industriale din sticlă.

Metodologia cercetării

În calitate de obiecte de cercetare au fost utilizate: produse industriale din sticlă cu destinație diferită: ambalajul din sticlă transparentă decolorată (butelii, borcane, flacoane) și verde închisă (butelii), produsele pentru menaj din sticlă transparentă decolorată și lăptoasă, probele din sticlă de geam; reagenți gazoși (dioxidul de sulf, clorura și fluorura de hidrogen, difluordiclorometanul, difluorclorometanul și amestecurile de gaze) și câmpuri electromagnetice (constant, variabil și în impuls). Experimentele au fost efectuate în condiții de laborator și de fabricare.

Principalele metode experimentale pentru cercetarea mecanismului de interacțiune a straturilor superficiale ale sticlelor industriale cu destinație diferită cu reagenți gazoși și câmpuri electromagnetice: secționarea cu soluția de HF (elaborată în laboratorul nostru), fotometria în flacăra, spectroscopia electronică pentru analiza chimică, spectroscopia de reflecție în infraroșu, microscopia electronică, spectroscopia acustică a suprafeței, difractometria, derivatometria și microduritatea.

La prima etapă a experimentelor am determinat în procesul tehnologic de fabricare a ambalajului din sticlă următoarele locuri favorabile pentru tratarea termochimică a sticlei cu reagenți gazoși și câmpuri electromagnetice: etapa suflării curate a produselor, măsuțele de răcire ale mașinilor automate, conveierul pentru transportarea ambalajului la recoacere și cuptorul de recoacere. Din punct de vedere tehnic și tehnologic mai convenabil este efectuarea experimentelor la următoarele etape în procesul tehnologic: răcirea buteliilor la măsuțele mașinilor automate și transportarea ambalajului la recoacere.

Pentru produsele industriale din sticlă am determinat următoarele proprietăți fizice și chimice: stabilitatea la apă, rezistența la presiune interioară hidrostatică (RPIH), stabilitatea termică și microduritatea.

Rezultate

Pentru mărirea intensității dezalcalinizării a sticlei am elaborat procedeul de tratare concomitentă a produselor industriale cu reagenți gazoși și câmpuri electromagnetice, care este susținut cu brevet de invenție [4].

Obiectivul invenției constă în creșterea mai mare a stabilității chimice, rezistenței mecanice și microdurității produselor din sticlă în comparație cu mărirea acestor proprietăți prezentate în [5, 6].

Procedeul de tratare al produselor din sticlă include acțiunea concomitentă a câmpului magnetic cu inducția de $0,05 - 0,25 \text{ T}$ la temperatura de $500 - 650 \text{ }^\circ\text{C}$ și consumul de reagent gazos pentru o butelie de $0,5 - 5,0 \text{ ml}$.

Experimentele au arătat, că cei mai eficienți reagenți gazoși utilizați pentru tratarea termochimică a produselor din sticlă sunt: dioxidul de sulf, clorura și fluorura de hidrogen, difluordiclorometanul, difluorclorometanul și amestecurile de gaze.

În rezultatul tratării concomitente a produselor din sticlă cu câmp magnetic și dezalcalinizării cu reagenți gazoși, stabilitatea chimică a suprafeței sticlei crește de zeci de ori, rezistența mecanică cu $30 - 40 \%$, stabilitatea termică și microduritatea cu $10 - 20 \%$.

Exemple. În experimente utilizăm butelii pentru sucuri din sticlă decolorată cu o capacitate de $0,5 \text{ dm}^3$ imediat după fasonare, adică atunci când transportăm în cuptorul de recoacere. Supunem concomitent produsele din sticlă acțiunii câmpului magnetic cu inducție de la $0,05$ la $0,25 \text{ T}$ la temperatura sticlei de $500 - 650 \text{ }^\circ\text{C}$ și tratăm termochimic cu dioxid de sulf, difluorodiclorometan și un amestec din aceste gaze în raport volumetric de $1:1$ cu consumul de gaz pentru o butelie de 2 ml . Pentru tratarea termomagnetică folosim câmpul magnetic constant (CMC), variabil (CMV) și în impuls (CMI). Atât buteliile din sticlă

tratate, cât și cele netratate le supunem regimului de recoacere.

Pentru buteliile din sticlă stabilim rezistența la RPIH și stabilitatea la apă în conformitate cu standardele în vigoare. Microduratea o determinăm cu ajutorul microdurimetrului (sarcina de încărcare pe penetratorul piramidei din diamant - 0,2 N).

Efectul unor regimuri de tratare cu câmpuri magnetice și a tratării termochimice cu reagenți gazoși asupra stabilității la apă, rezistenței mecanice și microdurateții buteliilor este prezentat în tabel.

Din datele prezentate în tabel observăm că după tratarea termomagnetică la temperatura 600 °C, rezistența mecanică a buteliilor crește cu 10 – 25 %, microduratea cu 5 - 10 %, iar stabilitatea la apă nu se schimbă. În rezultatul tratării termochimice a buteliilor cu reagenți gazoși la temperatura 600 °C stabilitatea la apă a sticlei crește de câteva ori, rezistența mecanică și microduratea cu 5 - 10 %.

Tabelul 1. Influența tratării termomagnetice și termochimice cu reagenți gazoși a buteliilor pentru sucuri cu capacitatea de 0,5 dm³ asupra proprietăților lor

Regim de tratare, nr.	Starea sticlei	RPIH, MPa	Stabilitatea la apă, mg Na ₂ O	Microduratea, GPa
1.	Fără tratare	1,34	0,092	4,23
2.	Tratare termomagnetică: CMC – 0,25 T, temperatura - 600 ° C.	1,68	0,092	4,75
3.	Tratare termomagnetică: CMV – 0,05 T, temperatura - 600 ° C.	1,47	0,092	4,43
4.	Tratare termomagnetică: CMI – 0,15 T, temperatura - 600 ° C.	1,56	0,092	4,57
5.	Tratare termochimică cu SO ₂ : temperatura - 550 ° C, consumul de gaz pentru o butelie (CG) - 2,0 ml.	1,39	0,036	4,36
6.	Tratare termochimică cu CF ₂ Cl ₂ : temperatura - 550 ° C, CG - 2,0 ml.	1,43	0,013	4,40
7.	Tratare termochimică cu CF ₂ Cl ₂ și SO ₂ (1:1): temperatura - 550 ° C, CG - 2,0 ml.	1,46	0,006	4,48
8.	Regimul 2, apoi regimul 5.	1,78	0,023	4,90
9.	Regimul 3, apoi regimul 6.	1,65	0,003	4,69
10.	Regimul 4, apoi regimul 7.	1,77	0,000	4,86
11.	Tratare concomitentă la 600 ° C cu CMC (0,25 T) și cu SO ₂ (CG - 2,0 ml)	1,85	0,005	4,98
12.	Tratare concomitentă la 600 ° C cu CMV (0,05 T) și cu CF ₂ Cl ₂ (CG - 2,0 ml)	1,74	0,000	4,73
13.	Tratare concomitentă la 600 ° C cu CMI (0,15 T) și cu CF ₂ Cl ₂ și SO ₂ (1:1) (CG - 2,0 ml)	1,87	0,000	4,94
14.	Tratare concomitentă la 600 ° C cu CMC (0,25 T) și cu CF ₂ Cl ₂ și SO ₂ (1:1) (CG - 2,0 ml)	1,92	0,000	5,16

Rezultate mai înalte obținem la tratarea combinată a buteliilor. Inițial tratăm buteliile cu câmp magnetic la temperatura 600 °C și apoi tratăm termochimic cu reagenți gazoși la temperatura 550 °C. Obținem o creștere stabilității la apă de zeci de ori, rezistenței mecanice a buteliilor cu 20 – 30 %, microdurateții cu 10 - 15 %.

Cea mai mare creștere, atât a stabilității la apă a buteliilor, cât și a proprietăților mecanice se obține atunci când tratăm aceste produse concomitent cu câmp magnetic la temperatura 600 °C și cu reagenți gazoși la temperatura 600 °C. După procedeu elaborat crește stabilitatea la apă de zeci de ori, rezistența mecanică a buteliilor cu 30 – 40 % și microduratea cu 12 - 20 %.

Discuții

Îmbunătățirea proprietăților buteliilor tratate concomitent cu câmp magnetic și cu reagenți gazoși este mai mare decât efectul sumar la tratarea separată termomagnetică și termochimică cu reagenți gazoși. Efectul obținut se explică prin faptul realizării procesului de dezalcalinizare la temperatura mai înaltă

comparând cu experimente cunoscute și a intensificării procesului de dezalcalinizare a sticlei cu reagenți gazoși în câmpul magnetic.

Următorul avantaj al procedurii elaborat constă în ocuparea unui loc mai mic sub instalația pentru tratarea termomagnetică și termochimică și corespunzător prin deservirea liniei tehnologice în condiții mai favorabile.

În rezultatul îmbunătățirii proprietăților chimice și termomecanice ale sticlelor industriale se micșorează pierderile produselor industriale la etapele fabricării, depozitării, transportării și exploatării.

Se recomandă utilizarea produselor industriale din sticlă cu proprietăți fizice și chimice mai înalte pentru durată lungă de depozitare și exploatare, cât și la liniile contemporane pentru împachetarea produselor alimentare în ambalaj din sticlă.

Concluzii

1. Am elaborat procedeu de tratare concomitentă a produselor industriale cu reagenți gazoși și câmpuri electromagnetice, care este susținut cu brevet de invenție.
2. Am stabilit regimurile optime de tratare termochimică a produselor industriale din sticlă de diferită destinație cu reagenți gazoși sub influența câmpurilor electromagnetice.
3. După procedeu elaborat stabilitatea la apă a sticlei crește de zeci de ori, rezistența mecanică cu 30 – 40 % și microduritatea cu 12 - 20 %.
4. Avantajul procedurii elaborat constă în ocuparea unui loc mai mic sub instalația pentru tratarea termomagnetică și termochimică și corespunzător prin deservirea liniei tehnologice în condiții mai favorabile.

Referințe bibliografice

1. Hense C. R., Mecha J., Schaeffer H. A. Treatment of soda-lime-silica glass surfaces with fluorine-containing gases. Glasstech. Ber. Glass Sci. Technol. 1990. V. 63. N.5. P.127-134.
2. Sharagov V. A., Kurikeru G. I. Features of Chemical Interaction of Industrial Glasses with Fluorine- and Chlorine-Containing Gaseous Reagents. Glass Physics and Chemistry. 2018. V. 44. N. 4. P. 364–372.
3. Șaragov V., Curicheru G. Criteria for estimating the intensity of dealkalinization process of inorganic glasses with gaseous reagents. 13th Conference on science and engineering of oxid materials. Abstracts. Alba-Iulia, România, 2021. P. 80-81.
4. Șaragov V., Curicheru G. Procedeu de tratare a produselor din sticlă. Brevet de invenție. Republica Moldova. Nr. 1543 (13) Y, BOPI 6/2021.
5. Шарагов В. Термомангнитная обработка промышленных стеклоизделий. Развитие технологий будущего: монография. Одесса: Издательство С. В. Куприенко [авт. кол.: В. А. Балашов, М. В. Князева, В. А. Шарагов и др.]. 2018. С. 44-54.
6. ШАРАГОВ, В. А., ЛЮБАРСКИЙ, М. С., РУССУ, И. Ф., РАТУШНЫЙ, И. Ф. Способ обработки стеклоизделий. Патент Российской Федерации № 2 040 496. Бюллетень изобретений № 21 от 27.07.95.