

Secțiunea VIII
TEHNOLOGIE CHIMICĂ TEXTILĂ

VIII.1

APA ÎN FINISAREA TEXTILĂ

VIII.1.1. Condiții de calitate ale apei tehnologice utilizate în finisarea textilă

Foarte multe dintre procesele tehnologice de finisare a materialelor textile se desfășoară în mediu apos – procesele de spălare, vopsire, apretare etc. Frecvent, aceste procese tehnologice sunt desemnate ca „umed”. Pentru ca în urma acestor procese să se obțină indici de calitate optimi, este necesar ca apa utilizată să satisfacă o serie de condiții, între care:

- să nu prezinte substanțe minerale și organice în suspensie, ce ar putea determina, prin scăderea gradului de dispersie și depunere, murdărirea materialului textil; conținutul de suspensii trebuie să fie mai mic de 5 mg/l;
- să fie incoloră (culoare mai mică de 30° Pt);
- să aibă valoarea *pH* -ului cuprinsă în zona 6,5 – 7,5; valori acide sau bazice ale *pH* -ului pot afecta desfășurarea proceselor de finisare sau pot duce chiar la deteriorarea materialului textil finisat;
- să aibă un conținut de substanțe organice, exprimat prin oxidabilitate, mai mic de 10 mg/l oxigen;
- să nu conțină hidrogen sulfurat;
- să nu conțină mai mult de 0,1 mg/l fier; prezența fierului poate determina apariția de pete de culoare brună, putând determina și scăderea locală a rezistenței – în special în faza de albire;
- să prezinte duritate scăzută; exprimată în grade de duritate germane, duritatea nu trebuie să depășească 6 grade.

Principalele condiții de calitate pe care trebuie să le prezinte apa tehnologică utilizată în procesele de finisare a materialelor textile sunt prezentate în tabelul VIII.1.1.

Tabelul VIII.1.1

Condiții de calitate ale apei pentru finisarea materialelor textile

Parametru	Unitate de măsură	Valori recomandate
pH		6,5 – 7,6
Culoare	mg Pt-Co/l	20 – 30
Turbiditate	mg SiO ₂ /l	20 – 50
Duritate	° D	1 – 5 (0,3 pentru vopsitorii)
Oxidabilitate	mg O ₂ /l	20
Conținut de fier	mg/l	0,1 – 0,3
Conținut de Mn	mg/l	0,005 – 0,1

VIII.1.2. Metode de determinare a caracteristicilor apei tehnologice

VIII.1.2.1. Recoltarea probelor

Pentru recoltare se recomandă utilizarea de flacoane de sticlă sau polietilenă prevăzute cu dop rotund sau închise ermetic, curățate în prealabil cu amestec sulfocromic – pentru recipientii de sticlă – (25 g bicromat de potasiu în 500 ml acid sulfuric concentrat), detergenți, apă și, în final, cu apă distilată. În momentul recoltării, flaconul se clătește de 2-3 ori cu apa ce urmează a fi recoltată, după care se umple cu apa de analizat până la refuz, iar dopul se fixează în așa fel încât să nu rămână bule de aer în interiorul vasului. În cazul recoltării din rețeaua de distribuție, se lasă să curgă aproximativ 5 minute apa stătută pe conductă. În cazul rezervoarelor de înmagazinare, probele de apă se vor recolta de la punctul de ieșire din rezervor. După recoltare, timpul de executare depinde de natura determinării:

- imediat, în cazul hidrogenului sulfurat;
- în primele 4 ore de la recoltare, în cazul turbidității, culorii, pH-ului, oxidabilității;

- în primele 24 de ore după recoltare, în cazul durtății.

Atunci când nu este posibilă efectuarea determinării în intervalul de timp recomandat, în unele cazuri se poate proceda la conservarea probelor în felul următor:

- adăugând 2 ml acid sulfuric 1:3 la litru, pentru determinarea oxidabilității;
- adăugând 25 ml soluție de acetat de sodiu (68 g CH₃COONa·3H₂O la 500 ml apă) și 25 ml soluție acid acetic (166,7 ml CH₃COOH la 500 ml apă) la litru de apă;
- adăugând 2 – 4 ml cloroform la 1 litru de apă pentru a inhiba procesele biologice în cazul determinării culorii, respectiv a turbidității.

VIII.1.2.2. Determinarea turbidității

Turbiditatea este un fenomen optic, care constă dintr-o absorbție a luminii combinată cu o difuzie, fenomen datorat prezenței în apă a unor particule solide aflate în suspensie sau a unor bule de gaz și se exprimă în grade de turbiditate.

VIII.1.2.2.1. Metoda etalon cu suspensie de caolin

Turbiditatea se determină prin măsurarea intensității unui flux luminos difuzat la trecerea prin proba de apă (variante I), sau prin măsurarea atenuării intensității unui flux

luminos incident la trecerea prin proba de apă (variante II); în ambele cazuri, cu valoarea obținută se citește turbiditatea pe o curbă de etalonare trasată pe bază de etalon de suspensie de caolin, care are înscrise pe ordonată absorbanțele, iar pe abscisă gradele de turbiditate corespunzătoare.

Turbiditatea se exprimă în grade, un grad de turbiditate reprezentând turbureala produsă de 1 mg caolin într-un litru de apă distilată. Determinarea se face spectrofotometric. Pregătirea etalonului presupune prepararea a două suspensii etalon. Pentru pregătirea suspensiei etalon A, se usucă la etuvă, la 105 ± 2 °C, circa 25 g caolin, mărunțit fin în mojar de agat și apoi se trece prin sită cu latura ochiului de 0,1 mm. Se cântăresc 20 g pulbere de caolin și se agită într-un pahar Berzelius cu 2 dm³ apă distilată și se lasă în repaus 24 de ore. În continuare, se sifonează stratul de mijloc al lichidului turbure, fără a deranja sedimentul. La sedimentul rămas se adaugă apă distilată până la volumul inițial, se agită puternic și după 24 de ore se repetă operația de sifonare a stratului median. Se amestecă cele două soluții sifonate și se lasă în repaus 3 zile, după care se îndepărtează lichidul de deasupra sedimentului format prin sifonare. Sedimentul obținut se reia cu un litru de apă distilată. Pentru controlul concentrației suspensiei A, se agită energic suspensia, se introduc 100 cm³ într-o capsulă de porțelan adusă în prealabil la masă constantă, se evaporă pe baie de apă și se usucă la 105 ± 2 °C, la masă constantă. Diferența între masa capsulei cu suspensie după uscare și masa capsulei goale dă concentrația suspensiei de caolin.

Pentru prepararea suspensiei etalon B cu turbiditate de 100 mg SiO₂/dm³, se introduce într-un balon cotelat de 1000 cm³ un volum de soluție etalon A bine omogenizat, astfel încât, prin aducerea la semn cu apă cu turbiditate neglijabilă, să se realizeze concentrația de 100 mg SiO₂/dm³.

Dacă proba de apă de analizat este colorată, se filtrează o parte din proba de apă prin hârtie de filtru cu porozitate mică, proba de apă astfel obținută fiind utilizată în locul apei distilate cu turbiditate neglijabilă, folosită ca probă martor la determinarea turbidității, pentru a compensa interferențele introduse de culoare. Din proba de apă bine omogenizată se pune în cuva aparatului și se citește absorbanța față de proba martor la lungimea de undă de 500 nm. Citirea obținută se raportează la curba de etalonare preparată după schema prezentată în tabelul VIII.1.2.

Tabelul VIII.1.2

Soluție etalon, cm ³	1	2	5	10	20	60
Apă bidistilată, cm ³	99	98	95	90	80	40
Turbiditate, grade	1	2	5	10	20	60

Cu valorile obținute pentru fiecare concentrație din scară se trasează curba de etalonare, înscriind pe ordonată absorbanțele și pe abscisă gradele de turbiditate corespunzătoare. Pentru exprimarea rezultatelor se citește pe curba de etalonare turbiditatea corespunzătoare adsorbanței determinate. Dacă valoarea turbidității depășește valoarea înscrisă pe curba de etalonare, se diluează proba cu apă de turbiditate neglijabilă, valoarea obținută în final pentru turbiditate înmulțindu-se cu factorul de diluție.

VIII.1.2.2.2. Metoda cu etalon suspensie de formazină

Principiul de determinare este identic celui prezentat anterior, diferind natura substanței utilizate pentru obținerea etalonului. Se pregătesc două suspensii de etalonare. Pentru pregătirea suspensiei de formazină A, cu turbiditate de 400 UTF, într-un balon cotelat

de 500 cm³ se dizolvă 2,5 g hexametilentetramină în 25 cm³ apă cu turbiditate neglijabilă. Se adaugă soluție de sulfat de hidrazină (0,25 g sulfat de hidrazină în 25 cm³, cu turbiditate neglijabilă). Amestecul se agită, iar după un repaus de 24 de ore, la 25±3°C, se aduce la semn cu apă de turbiditate neglijabilă și se omogenizează. Suspensia astfel obținută este stabilă aproximativ o lună, în condiții de pătrare la întuneric și la 25±3°C. Suspensia de formazină B, cu turbiditate de 100 UTF, se obține introducând într-un balon cotat de 200 cm³, 50 cm³ suspensie tip A și aducând la semn cu apă de turbiditate neglijabilă.

Se realizează o scară de etalonare după schema prezentată în tabelul VIII.1.3. Din proba de apă bine omogenizată se pune în cuva aparatului și se citește absorbanta față de proba martor la lungimea de undă de 500 nm. Pentru exprimarea rezultatelor, se citește pe curba de etalonare turbiditatea corespunzătoare adsorbanței determinate.

Tabelul VIII.1.3

Soluție etalon, cm ³	1	2	5	10	20	40	60
Apă bidistilată, cm ³	99	98	95	90	80	160	40
Turbiditate, grade	1	2	5	10	20	40	60

Dacă valoarea turbidității depășește valoarea înscrisă pe curba de etalonare, se diluează proba cu apă de turbiditate neglijabilă, valoarea obținută în final pentru turbiditate înmulțindu-se cu factorul de diluție.

VIII.1.2.2.3. Metoda rapidă de determinare a turbidității

Determinarea rapidă a turbidității poate fi realizată utilizând un fir de platină suspendat pe o tijă de lemn de 1220 mm. La un capăt al tijei este fixat firul de platină lucioasă, de 1 mm grosime și 30 mm lungime, iar la celălalt capăt este fixat un inel de observare, plasat la o distanță de 1200 mm de fir. Suspensia etalon se prepară în așa fel încât, pentru concentrația de 100 mg/SiO₂/litru, firul tijei să fie vizibil, la limită, la 100 mm – aceasta reprezentând 100 grade de turbiditate. Valorile gradului de turbiditate măsurate prin această metodă sunt prezentate în tabelul VIII.1.4.

Tabelul VIII.1.4

Grad de turbiditate, mg SiO ₂ /l	Adâncimea firului de platină, mm	Grad de turbiditate, mg SiO ₂ /l	Adâncimea firului de platină, mm	Grad de turbiditate, mg SiO ₂ /l	Adâncimea firului de platină, mm
7	1095	30	296	140	76
8	971	35	257	150	72
9	873	40	228	160	68,7
10	794	45	205	170	65,4
11	729	50	187	180	62,4
12	674	55	171	190	59,8
13	627	60	158	200	57,4
14	587	65	147	250	49,1
15	551	70	138	300	43,2
16	520	75	130	350	38,8
17	493	80	122	400	35,4
18	468	85	116	500	30,9
19	446	90	110	600	27,7
20	426	95	105	800	23,4
22	391	100	100	1000	20,9
24	361	110	93	1500	17,1
26	336	120	86	2000	14,8

28	314	130	81	3000	12,1
----	-----	-----	----	------	------

VIII.1.2.3. Determinarea culorii

Apa industrială poate avea o culoare diferită de cea a apei pure (incoloră în strat subțire și albăstruie în strat gros), ca urmare a suspensiilor și a substanțelor dizolvate. Substanțele în suspensie dau culoarea aparentă a apei, iar cele dizolvate îi conferă culoarea reală.

VIII.1.2.3.1. Metoda calitativă de determinare

Se bazează pe compararea culorii apei de analizat cu culoarea apei bidistilate. Se procedează astfel: într-un tub colorimetric se introduce proba de apă de analizat, iar în alt tub, identic cu primul, se introduce apa bidistilată. Se compară culoarea probei de apă față de apa bidistilată, privind pe verticală, pe un fond alb. Se notează culoarea observată a probei de apă comparativ cu apa bidistilată (galben, galben-verzui etc.).

VIII.1.2.3.2. Metode cantitative de determinare

Se compară colorația probei de analizat cu cea corespunzătoare unei scări colorimetrice din soluție de platină-cobalt sau bicromat-cobalt.

Metoda cu platină-cobalt. Soluția etalon se prepară dizolvând 1,245 g cloro-platinat de potasiu (K_2PtCl_6) și 1 g clorură de cobalt ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) în câțiva ml de apă bidistilată, într-un balon cotat de 1000 cm³. Se adaugă 100 ml acid clorhidric concentrat și se aduce la semn cu apă bidistilată. Culoarea acestei soluții corespunde la 500 grade de culoare. Soluția se poate păstra, la rece și la întuneric, timp de 1 an.

Se iau 100 ml din apa de analizat și se introduc într-un tub colorimetric, apoi se compară culoarea cu o scară de etalonare preparată după schema prezentată în tabelul VIII.1.5:

Tabelul VIII.1.5

Soluție de platină-cobalt, ml	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Apă bidistilată, ml	100	98	96	94	92	90	88	86	84
Grad de culoare	0	10	20	30	40	50	60	70	80

Apele turburi se lasă să sedimenteze sau se centrifughează înaintea determinării. Din apa de analizat se iau 100 cm³, într-o eprubetă colorimetrică identică cu cea folosită pentru scara etalon, și se compară culoarea privind vertical. Colorația apelor se exprimă în grade de culoare, prin grad de culoare înțelegându-se colorația produsă în cazul unei soluții ce conține 1 mg platină, sub formă de ion cloroplatinat ($PtCl_5$)²⁻, la litru. Se consideră că o apă este corespunzătoare pentru consum dacă nu depășește 20 grade de culoare.

Metoda cu bicromat-cobalt Pentru pregătirea scării de etalonare, se pregătesc două soluții. Prima se obține prin dizolvarea în câțiva ml de apă bidistilată a 0,0875 g bicromat de potasiu (uscat în prealabil 24 de ore, la 105°C și apoi ținut în exicator) și 2 g sulfat de cobalt ($CoSO_4 \cdot 7H_2O$) într-un balon cotat de 1 litru. Se adaugă 1 ml H_2SO_4 concentrat și se

completează la semn cu apă bidistilată. Pentru a obține cea de-a doua soluție, se introduc într-un balon cotat de 1 litru aproximativ 500 ml apă bidistilată și 1 ml acid sulfuric concentrat, apoi se completează până la semn cu apă bidistilată.

Se iau 100 ml apă de analizat și se introduc într-un tub colorimetric. Se compară culoarea cu scara de etalonare pregătită după indicațiile din tabelul VIII.1.6.

Tabelul VIII.1.6

Soluția I, ml	0	1	2	3	4	5	6	7	10	12	14	16
Soluția II, ml	100	99	98	97	96	95	94	93	90	88	86	84
Grad de culoare	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80

Dacă apa de analizat este tulbure, se lasă să se sedimenteze sau se centrifughează înainte de determinare. Nu se filtrează prin hârtie de filtru, deoarece aceasta are un efect de decolorare asupra probei.

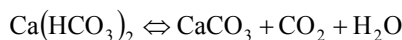
În cazul apelor cu culoare mai intensă de 80 de grade, se va realiza diluarea acestora, în calcul ținându-se seama de diluție.

VIII.1.2.4. Determinarea durității

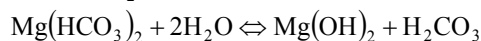
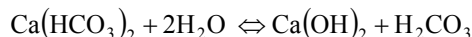
VIII.1.2.4.1. Definiții

Prezența ionilor de Ca^{2+} și Mg^{2+} , care apar cel mai frecvent în apele naturale, determină apariția *durității apelor*. Duritatea poate fi temporară, permanentă și totală.

Duritatea temporară, D_p , se datorește bicarbonaților de calciu și magneziu. Caracterul temporar al acestei forme de duritate este dat de proprietatea bicarbonaților amintiți de a trece, la fierbere, în carbonații corespunzători, conform reacțiilor:



Deoarece carbonații ce iau astfel naștere sunt insolubili, prin fierbere, duritatea determinată de bicarbonații de calciu și magneziu dispăre. Apa cu duritate temporară prezintă caracter alcalin, deoarece bicarbonații de calciu, respectiv magneziu, săruri ale unui acid slab cu o bază tare, hidrolizează:



Duritatea permanentă, D_p , este determinată de prezența celorlalte săruri de calciu și magneziu (cloruri, sulfați, azotați, fosfați), care rămân dizolvate în apă și după fierbere.

Duritatea totală, D_T , este dată de suma celor două forme de duritate.

Convențional, duritatea se exprimă în grade de duritate. În țara noastră se folosește gradul de duritate german, care reprezintă un conținut de săruri de calciu și magneziu echivalent cu 10 mg de CaO la 1000 ml de apă. Din punct de vedere al durității, apele se împart în:

- ape cu duritate mică (ape moi), ce au $DT < 9$;
- ape cu duritate medie, ce au $10 < DT < 25$;
- ape dure, ce au $DT > 25$.

Duritatea apei se mai poate exprima prin grade de duritate engleze (1° echivalent cu 10 mg $\text{CaCO}_3/700$ ml apă), grade de duritate franceze (1° echivalent cu 10 mg $\text{CaCO}_3/1000$ ml apă), grade de duritate americane (1° echivalent cu 1 mg $\text{CaCO}_3/1000$ ml apă).

VIII.1.2.4.2. Determinarea durității totale

Principiul metodei se bazează pe proprietatea ionilor de calciu și magneziu de a forma complecși de tip chelat cu sarea de sodiu a acidului etilen-diaminotetraacetic (Complexon III), sfârșitul reacției fiind marcat de indicatorul negru de eriocrom T, care virează de la roșu la verde.

Reactivi:

1. Soluție de complexon 0,01 M: se cântăresc 3,27226 g de complexon III, se dizolvă în câțiva ml de apă bidistilată într-un balon cotat de 1000 ml, apoi se completează la semn cu apă bidistilată; factorul soluției de complexon se stabilește astfel: 10 cm^3 din soluția de clorură de calciu se aduc într-un flacon Erlenmayer, peste care se adaugă 1 cm^3 soluție tampon, circa 0,1 g amestec indicator¹ și 15 ml apă bidistilată. Se titrează cu soluție de complexon III, până ce culoarea virează de la roșu la violet. Factorul este dat de relația:

$$f = \frac{V}{V_1}, \quad (\text{VIII.1.1})$$

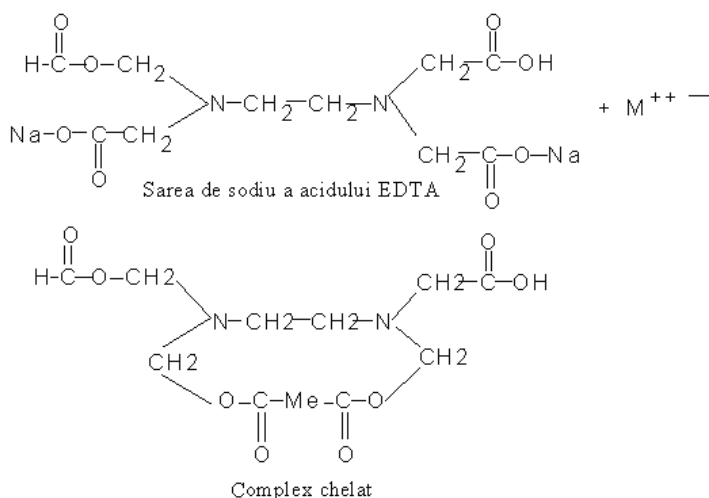
unde: V este volumul soluției de clorură de calciu, în cm^3 ;

V_1 – volumul soluției de complexon folosit la titrare, în cm^3 .

2. Clorură de calciu soluție: se prepară cântărind la balanță analitică 1 g carbonat de calciu, ținut în prealabil 2 ore la etuvă, la 105°C și răcit în exicator, se dizolvă în HCl 10% într-un balon cotat de 1000 ml, adăugându-se, sub agitare continuă, picătură cu picătură, pentru a evita excesul de acid. După dizolvarea completă a carbonatului, se completează la semn cu apă bidistilată. Un ml din această soluție conține 1 mg CaCO_3 , care corespunde la 0,561 mg CaO.

3. Soluție tampon: se cântăresc 5,40 g clorură de amoniu, care se trec cu câțiva ml de apă bidistilată într-un balon cotat de 100 ml. Se adaugă 35 ml soluție de amoniac 25% și se completează la semn cu apă bidistilată

¹ Amestec indicator = 0,2 g murexid și 0,5 g verde de naftol B se amestecă prin mojarare cu 20 g NaCl.



Modul de lucru

a. Pentru apele care nu conțin carbonați și bicarbonați alcalini: într-un balon cu fund plat de 50 cm³ se introduc 25 cm³ apă de analizat, apoi se încălzește la circa 50°C. Se adaugă 1 cm³ soluție tampon, pentru a obține un pH de 10 și circa 0,1 g eriocrom T. Se titrează cu soluție de complexon III, până la virarea culorii de la roșu la albastru net.

b. Pentru apele care nu conțin carbonați și bicarbonați alcalini: într-un balon cu fund plat de 50 cm³ se introduc 25 cm³ apă de analizat, se adaugă 5 cm³ HCl și se fierbe 1 – 2 minute, pentru îndepărtarea dioxidului de carbon. Se răcește, apoi se adaugă 1 cm³ soluție tampon, pentru a obține un pH de 10 și circa 0,1 g eriocrom T. Se titrează cu soluție de complexon III, până la virarea culorii de la roșu la albastru net.

Duritatea totală se determină cu relația:

$$D_T = \frac{0,561 \cdot V_1 \cdot f}{V \cdot 10} \cdot 100 \text{ [}^\circ\text{d]} , \quad (\text{VIII.1.2})$$

unde 0,561 este cantitatea de oxid de calciu care corespunde la 1 cm³ soluție de complexon III 0,01m, în mg;

V_1 – volumul soluției de complexon III utilizat la titrare, în cm³;

f – factorul soluției de complexon III;

V – volumul probei de apă luată în lucru, în cm³;

10 – cantitatea de oxid de calciu corespunzătoare la un grad de duritate, în mg.

În cazul în care consumul de soluție de complexon III depășește 5 cm³, sau virajul culorii la titrare este necorespunzător, se va lua în lucru un volum mai mic de apă de analizat, completându-se până la 25 cm³ cu apă bidistilată. De diluare se va ține seama la calcul.

VIII.1.2.4.3. Determinarea durității temporare

Se realizează determinând alcalinitatea totală și înmulțind rezultatul cu 2,8, pentru a exprima rezultatul în grade de duritate. Pentru aceasta, 100 ml din proba de apă se aduc într-un flacon Erlenmayer, se adaugă 2 picături de metilorange și se titrează cu HCl 0,1 N, până la virajul de la galben-citron la galben-portocaliu. Relația de calcul este:

$$D_t = \frac{V \cdot f \cdot 2,8}{v \cdot 10} \cdot 1000 \text{ [}^\circ\text{d]}, \quad (\text{VIII.1.3})$$

unde V este volumul soluției de HCl 0,1 N folosit la titrare, în cm^3 ;

f – factorul soluției de HCl 0,1 N;

2,8 – echivalentul în mg CaO al unui cm^3 de HCl 0,1 N;

v – cantitatea de apă de analizat luată în lucru, în cm^3 ;

10 – mg CaO corespunzător unui grad de duritate.

VIII.1.2.4.4. Determinarea durității permanente

Se obține, prin calcul, ca diferență între duritatea totală și duritatea temporară și se exprimă în grade de duritate.

VIII.1.3. Tratarea apei industriale

Pentru a corespunde condițiilor de calitate pe care le reclamă procesele tehnologice de finisare, poate fi necesară supunerea apei industriale unor operații de epurare, dedurizare, deferizare și demanganizare. În cele mai multe situații, dedurizarea este obligatorie pentru atingerea condițiilor de calitate pe care le reclamă apa tehnologică utilizată la finisarea materialelor textile.

VIII.1.3.1. Substanțe utilizate pentru dedurizare

Pentru a îndepărta ionii de calciu și de magneziu din apă, se utilizează tratarea cu diverși reactivi. Cele mai utilizate procese de dedurizare folosesc var, var și sodă, hidroxid de sodiu, respectiv schimbători de ioni.

Varul este utilizat, sub formă de oxid, hidroxid sau carbonat de calciu, în scopuri sanitare din cele mai vechi timpuri.

Varul nestins (CaO) prezintă o densitate de 2300 – 2400 kg/m^3 , granulația putând varia de la câțiva microni la 5 cm. Depozitarea varului nestins se face pe perioade de cel mult 60 de zile, în buncăre sau depozite închise (varul bulgări), respectiv în saci de 40 – 50 kg sau silozuri de 20 – 30 tone – varul pulbere. Transportul acestuia se face cu instalații pneumatice.

Tabelul VIII.1.7

Variația solubilității varului cu temperatura

Temperatură, $^\circ\text{C}$	Concentrație, g CaO/m^3 apă	Temperatură, $^\circ\text{C}$	Concentrație, g CaO/m^3 apă
10	1,35	40	1,08
15	1,32	50	0,96
20	1,29	60	0,87
25	1,25	70	0,78
30	1,20	80	0,69

Varul stins (hidroxidul de calciu) se obține tratând oxidul de calciu cu apă în exces (1:2 pentru varul cu hidratare lentă și 1:3 pentru reacție rapidă). Varul stins este o pastă albă, cu densitate de 1200 kg/m^3 , ce conține până la 35% var solid. Varul stins uscat este o pulbere albă, cu densitate de 2008 kg/m^3 , puțin solubilă în apă. După ce procesul de

stingere a varului este complet, se poate realiza diluarea suspensiei de var stins la concentrația dorită, controlându-se permanent temperatura, deoarece reacția de hidratare este exotermă. Pentru diluare, se utilizează apă la 20 ... 40°C, apa rece influențând nefavorabil hidratarea (tabelul VIII.1.7 și VIII.1.8).

Laptele de var este o suspensie apoasă suprasaturată de var stins, a cărei concentrație în $\text{Ca}(\text{OH})_2$ este de 420 g/l. Atunci când concentrația este mai redusă poartă numele de apă de var.

Tabelul VIII.1.8

Solubilitatea varului în funcție de temperatură

Concentrația, %	Densitatea, kg/m^3	Concentrația, %	Densitatea, kg/m^3
3	1025	14	115
5	1039	16	1133
8	1064	18	1154
10	1082	20	1172
12	1097	30	1261

Soda caustică se prezintă sub formă anhidră sau hidratată. Dizolvarea acesteia se face lent, cu apă rece, deoarece procesul este exoterm, iar soluția rezultată se păstrează în vase închise, la temperaturi de peste 12°C. Temperatura de depozitare nu trebuie să depășească 30°C (în cazul depozitării în vase de PVC) și 50°C (în cazul depozitării în vase din tablă de oțel).

Schimbătorii de ioni, utilizați de asemenea pentru dedurizare, au proprietatea de a reține ionii dintr-o soluție. Aceste substanțe sunt în esență polielectroliți, compuși dintr-o parte inactivă, suportul sau matricea, pe care sunt grefate grupele active schimbătoare de ioni. După natura lor, schimbătorii de ioni de clasifică în:

– anorganici:

- naturali, care poartă denumirea de *zeoliți* și sunt silicați de aluminiu cu structuri macromoleculare tridimensionale;
- sintetici, ce poartă denumirea de *permutiți* și se obțin prin topirea cuarțului (cristale de doxid de siliciu) cu caolin (silicat de aluminiu hidratat) și carbonat de sodiu;

– organici – sunt rășini sintetice la care un tip de ioni este fixat de polimerul insolubil, iar contraionul se mișcă liber, putând fi schimbat.

În funcție de încărcarea electrică a ionilor care sunt reținuți, schimbătorii de ioni se împart în:

– cationiți – polielectroliți ce conțin grupe anionice (tabelul VIII.1.9), care pot fi:

- cationiți puternic acizi, ce conțin grupe sulfonice;
- cationiți slab acizi, ce conțin grupe carboxil, hidroxil.

– anioniți – polielectroliți ce conțin grupe cu încărcare pozitivă (tabelul VIII.1.10), ce se împart în:

- anioniți puternic bazici, ce conțin grupe hidroxialchil;
- anioniți slab bazici, ce conțin grupe hidroxiaminice.

După natura cationului care intră în reacția de schimb, cationiții se împart în:

- Na – cationiți;
- H – cationiți.

Tabelul VIII.1.9

Rășini schimbătoare de ioni acide

Producător	Rășini puternic acide		Rășini slab acide	
	Tip gel	Tip macroporos	Tip gel	Tip macroporos
Bayer	Lewatit S – 100	Lewatit SP – 112	–	Lewatit CNP – 80
Duolite	Duolite C – 20	Duolite C – 26	Duolite C – 433	Duolite C – 464
Dow Chemicals	Dowex HCR – S	Dowex MSC – 1	Dowex CCR – 2	–
Rohm Haas	Amberlite IR – 120	Amberlite IRA – 200	Amberlite IRC – 50	–

Tabelul VIII.1.10

Rășini schimbătoare de ioni bazice

Producător	Rășini puternic acide		Rășini slab acide	
	Tip gel	Tip macroporos	Tip gel	Tip macroporos
Bayer	Lewatit M – 500	Lewatit MP – 400	Lewatit M – 600	Lewatit MP – 600
Duolite	Duolite A – 101	Duolite A – 161	Duolite A – 102	Duolite A – 162
Dow Chemicals	Dowex SBR	Dowex MSA – 1	Dowex SAR	Dowex MSA – 2
Rohm Haas	Amberlite IRA – 400	Amberlite IRA – 900	Amberlite IRA – 410	Amberlite IRA – 910

Principalele caracteristici ale unor schimbători de ioni de producție românească sunt prezentate în tabelul VIII.1.11.

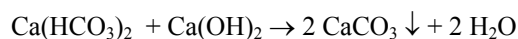
Tabelul VIII.1.11

Principalele caracteristici ale unor schimbători de ioni de producție indigenă

Denumire	Tip*	Capacitate utilă (val/m ³)	Regenerant	Concentrația sol. de regenerant (%)	Viteza de afânare (m/h)	Apa de spălare	Temperatura maximă (°C)	Granulația (mm)
Vionit CS 3	1	1400–1600	200 NaCl	5–12	10–15	3–7	120	0,3 – 1,2
Vionit CC 1	2	1200–1700	100 HCl	4–8	5–10	2–5	100	0,3 – 1,2
Vionit AS 1	3	500–900	85 NaOH	2–5	5–15	5–15	70	0,3 – 1,2
Vionit AT 1	4	400–700	110 NaOH	4–5	5–15	8–10	60	0,3 – 1,2
Vionit AT 2	4	500–800	90 NaOH	4	5–15	8–10	50	0,3 – 1,2

VIII.1.3.2. Procedee de dedurizare**VIII.1.3.2.1. Procedeele de dedurizare cu var**

Tratarea cu oxid de calciu determină precipitarea bicarbonaților sub formă de carbonați, ducând la îndepărtarea durtății temporare:



În condițiile dozării corecte a reactivilor, durtatea scade în urma tratamentului până la 2 – 3°D, în condiții normale de temperatură.

* 1 - cationic puternic acid; 2 - cationic slab acid; 3 - anionic slab bazic; 4 - anionic puternic bazic.

Concentrația teoretică de var pentru o precipitare optimă a calciului este dată de relația:

$$C_t = 5,6 \left(\frac{\text{CO}_2}{4,4} + D_C \right), \quad (\text{VIII.1.4})$$

unde: C_t este concentrația teoretică de var, g CaO/m³;
 D_c – numărul de grade de duritate calcică de eliminat;
 $\frac{\text{CO}_2}{4,4}$ – conținut de dioxid de carbon liber, în grade de duritate.

În practică, luându-se în calcul pierderile, se recomandă înlocuirea coeficientului 5,6 cu valoarea 10.

Cantitatea de carbonat de calciu precipitat P , în g/m³, este dată de relația (VIII.1.5):

$$P = 20 \frac{\text{CO}_2}{8,8} + D_C - 3, \quad (\text{VIII.1.5})$$

unde notațiile corespund formulei precedente.

O altă relație de calcul a concentrației de var necesar pentru dedurizare este:

$$C = C_1 + 2,8 M + 1,27 C_2 + x, \quad (\text{VIII.1.6})$$

unde C este concentrația de var, g CaO/m³;
 C_1 – conținutul de CaO din bicarbonații din apa brută, g/m³;
 M – conținutul de MgO din bicarbonații din apa brută, g/m³;
 x – doza suplimentară de var (5 – 10 g/m³).

Debitul de soluție de apă de var care este necesar pentru dedurizare se poate calcula cu relația:

$$Q_s = \frac{Q_a C}{S}, \quad (\text{VIII.1.7})$$

unde Q_s este debitul de apă de var, m³/h;
 Q_a – debitul apei de dedurizat, m³/h;
 C – concentrația de var, exprimată în g CaO;
 S – solubilitatea varului la temperatura de lucru (conform tabelului VIII.1.7.).

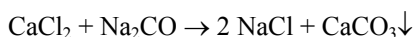
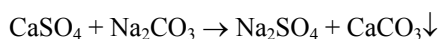
Volumul saturatorului se stabilește în funcție de debitul de apă de var necesar cu relația:

$$V = K \frac{Q_s \cdot t}{n}, \quad (\text{VIII.1.8})$$

unde V este volumul saturatorului, m³;
 K – coeficient egal cu 1, pentru o duritate calcică >70% din cea totală și cu 1,2, în caz contrar;
 Q_s – debitul de apă de var, m³/h;
 t – durata de retenție, h;
 n – numărul de saturatoare.

VIII.1.3.2.2. Procedul de dedurizare cu var și sodă

Asocierea tratamentului cu sodă cu tratarea cu carbonat de sodiu duce la transformarea sulfatilor și clorurilor de calciu și magneziu în carbonații corespunzători, permițând o scădere a durității permanente până la 3 – 4 °D.



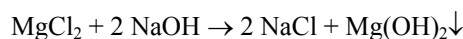
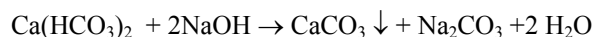
Cantitatea de carbonat necesară se poate calcula cu relația:

$$C_c = 10,6 \cdot D, \quad (\text{VIII.1.9})$$

unde C_c este concentrația de carbonat de sodiu pur, g/m^3 ;
 D – numărul gradelor de duritate permanentă de eliminat.

VIII.1.3.2.3. Procedul de dedurizare cu hidroxid de sodiu

Se înregistrează reducerea atât a durității temporare, prin precipitarea bicarbonaților de calciu și magneziu sub formă de carbonați, cât și a durității permanente, deoarece are loc precipitarea clorurilor și sulfatilor prin transformarea în hidroxizi:



În plus, carbonatul de sodiu format în primele două reacții va contribui la rândul său, la precipitarea sărurilor ce dau duritate permanentă.

Concentrația de hidroxid de sodiu (substanță pură) pentru eliminarea durității temporare este dată de relația:

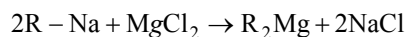
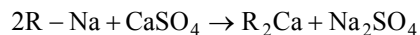
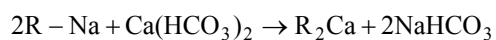
$$C_h = 8 \left(\frac{\text{CO}_2}{4,4} + D_C + 4D_M \right), \quad (\text{VIII.1.10})$$

unde C_h este cantitatea de hidroxid de sodiu, g/m^3 ;
 D_C – duritatea temporară calcică, în grade de duritate;
 D_M – duritatea temporară magnezică, în grade de duritate.

VIII.1.3.2.4. Procedul cu schimbători de ioni

Schimbul ionic constituie acel proces în care ionii prezenți în apă sunt înlocuiți cu ioni aflați în structura unor materiale, ce poartă denumirea de *schimbători de ioni*.

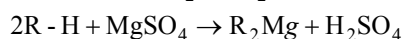
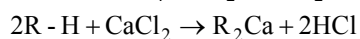
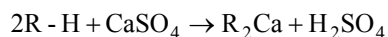
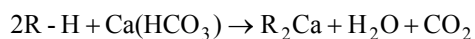
Principiul dedurizării apelor folosind cationiți. Au loc reacții între ionii schimbătorului de ioni și cei prezenți în apă, urmate de regenerarea schimbătorului de ioni. În cazul Na-cationiților, la dedurizare au loc următoarele reacții:



Duritatea reziduală după tratare cu Na-cationiți este de 0,04 – 0,06 °D. În timpul procesului de trecere a apei prin filtru are loc epuizarea masei cationice. Pentru refacerea capacității schimbătorului de ioni, acesta este tratat cu soluție de clorură de sodiu, când reacțiile de mai sus decurg de la dreapta la stânga. Schema de principiu de unei instalații de dedurizare ce utilizează Na-cationiți este prezentată în fig. VIII.1.1.

În urma tratării cu Na-cationiți, mineralizarea apei nu este modificată, deoarece nu se modifică conținutul de anioni, iar cationii nu sunt îndepărtați, ci doar substituiți. Apa rezultată în urma aplicării acestui procedeu are reacție alcalină.

Prin tratarea apei cu H-cationiți au loc reacțiile:



Apa rezultată este acidă, fiind obligatorie neutralizarea. Regenerarea H-cationiților se face prin tratarea masei cationice cu soluții de acizi minerali. Eliminarea dioxidului de carbon rezultat se face prin degazare, utilizând degazoare ce funcționează pe principiul desorbției CO₂ dizolvat în apa dedurizată. Schema de principiu de unei instalații de dedurizare ce utilizează H-cationiți este prezentată în fig. VIII.1.2.

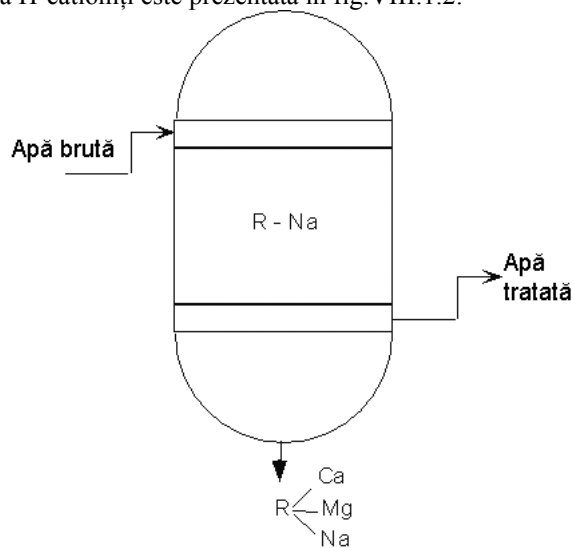


Fig. VIII.1.1.

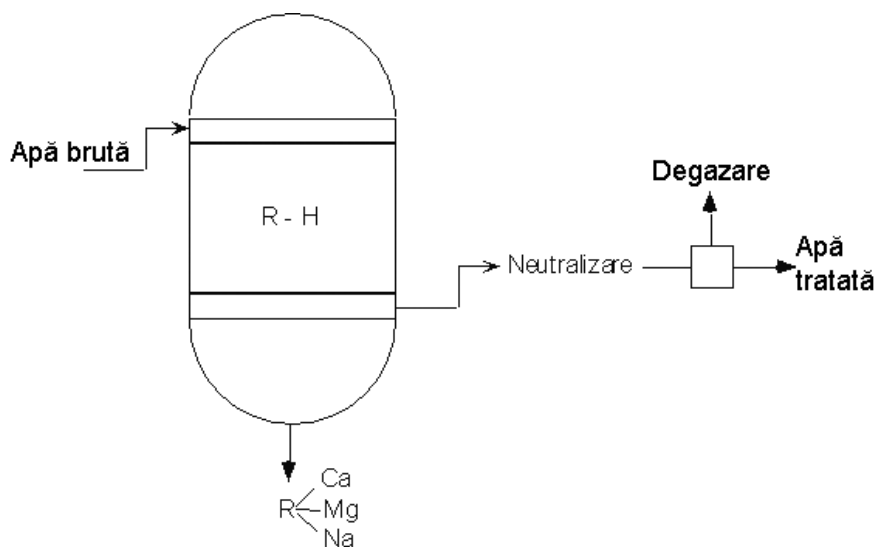


Fig.VIII.1.2.

Dedurizarea și decarbonatarea prin mase cationice combinate. Tratarea combinată cu mase cationice în formă de H și Na conduce atât la reducerea durtății, cât și la reducerea caracterului acid sau alcalin al apei.

La tratarea cu filtre în paralel, apa se împarte în două fluxuri, unul trecând prin filtrul de H-cationit, celălalt prin filtrul de Na-cationit (fig. VIII.1.3). Prin amestecarea în raport optim a efluentului acid rezultat în primul filtru, cu cel alcalin, din al doilea filtru, se obține, în final, o apă dedurizată și neutră.

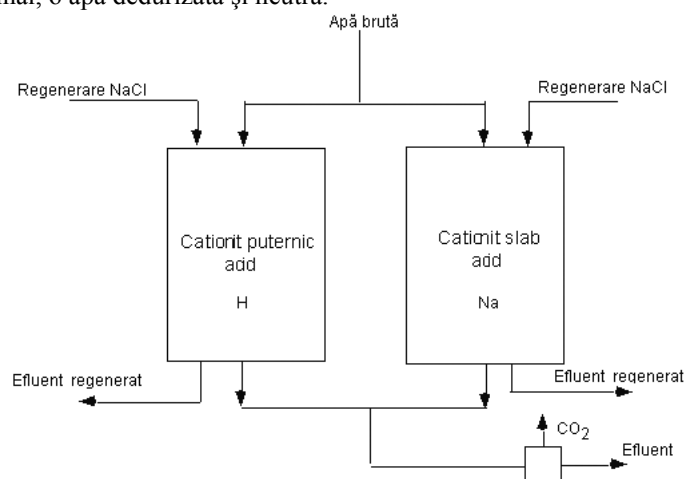


Fig. VIII.1.3.

În cazul tratării cu filtre în serie, apa trece prin filtrul ce conține H-cationit și apoi prin cel conținând N-cationit, asigurându-se dedurizarea și neutralizarea în condiții de economicitate mai mari decât în primul caz (fig. VIII.1.4).

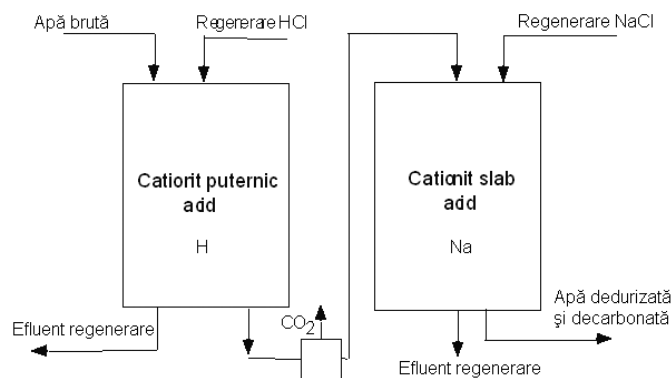


Fig. VIII.1.4.

Filtrarea se poate realiza și prin amestec de Na-cationit și H-cationit. Amestecul se realizează astfel încât să se obțină neutralizarea apei dedurizate.

Tratarea apelor cu cationiți prin procedeul în coloană. Acest procedeu, frecvent utilizat, presupune desfășurarea următoarelor operații:

Afănarea, ce are drept scop împiedicarea cimentării masei cationice, pentru a asigura un contact cât mai intim cu apa supusă tratării, precum și îndepărtarea impurităților pătrunse o dată cu apa de spălare sau soluția de regenerare. Afănarea se realizează prin spălare cu apă, cu o intensitate de $3 - 6 \text{ l/m}^2\text{s}$, timp de 10 – 20 minute.

Dedurizarea, ce se realizează prin trecerea apei, eliberată în prealabil de suspensii și impurități organice dizolvate, peste un strat fix de schimbători de ioni sub formă de granule. Dedurizarea este mai eficientă atunci când apa de tratat circulă în contracurent cu soluțiile de regenerare și de spălare.

Regenerarea este operația de refacere a proprietăților de reținere a ionilor și se realizează prin tratare cu soluție de clorură de sodiu de concentrație 5 – 10%, în cazul Na-cationiților și cu soluție de acid clorhidric de concentrație 1 – 2%, în cazul H-cationiților. Regenerarea filtrelor cationice se realizează atunci când duritatea apei epurate depășește 0,1 – 0,2 grade de duritate germane. Durata de funcționare a unui filtru între două regenerări depinde de caracteristicile filtrului, precum și de duritatea apei tratate, fiind dată de relația:

$$T = \frac{0,95 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h \cdot l_c}{4Q \cdot D}, \quad (\text{VIII.1.11})$$

unde T este durata dintre două regenerări, în ore;

d – diametrul filtrului, în m;

h – înălțimea stratului filtrant, în m;

l_c – capacitatea de adsorbție a unui m^3 de masă cationică, în t;

D – duritatea totală, în grade de duritate;

Q – debitul mediu de filtrare, în m^3/h .

În general, ciclul de funcționare a unui filtru cationic este de 6 – 10 ore.

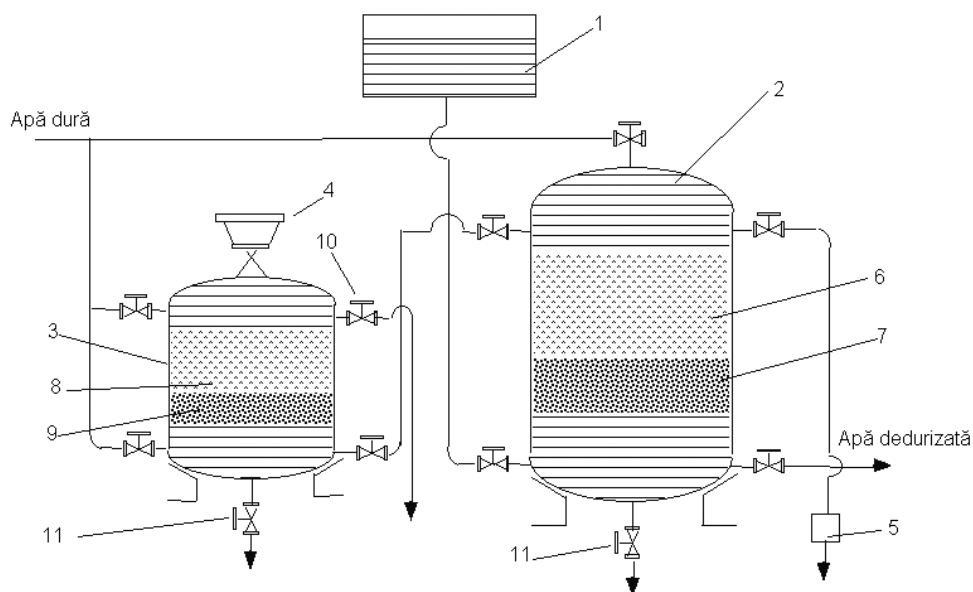


Fig. VIII.1.5. Schema unei instalații de dedurizare cu N -cationit:

- 1 – rezervor de afânare; 2 – filtru cu Na cationit; 3 – rezervor pentru pregătirea soluției de clorură de sodiu; 4 – pâlnie pentru introducerea clorurii de sodiu;
 5 – reductorul vitezei de afânare; 6 – Na-cationit; 7 – strat pietriș; 8 – clorură de sodiu; 9 – strat filtrant; 10 – robinet pentru evacuarea soluției de clorură de sodiu;
 11 – robinet de evacuare.

Spălarea are drept scop îndepărtarea resturilor de soluții de regenerare și de produși ce s-au format în procesul de regenerare și se face prin trecere de apă, timp de 30 de minute. Schema unei instalații de dedurizare este prezentată în fig. VIII.1.5.