

SCINDAREA AMIDONULUI ȘI PREPARAREA MASEI DE ÎNCLEIERE LA ACȚIUNEA CAVITAȚIEI BIFRECVENȚIALE

Petru Dumitras, Mircea Bologna, Tudor Cuciu
Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe a Moldovei,
str. Academiei, 5, MD-2028, Chișinău, pdumitras@yahoo.com

Abstract: The results of the experimental research related to the starch splitting and preparation of starch sizes by bi-frequency cavitation technology are presented. The starch based sizes were prepared for the starch concentrations of 4, 5 and 6%; the pressure in the recirculation line for cavitation treatment of the size of 4.5, 6, and 9 atm.; and at the temperatures of 70–85 °C. The main parameters of the prepared size and of the sized yarns were determined. It was demonstrated that the combined action of cavitation and pressure in the size recirculation line allows one to perform the starch splitting up to 95–98%. This leads to the increasing of the size fluidity, fast cotton yarn impregnation, savings of food-stuffs (starch and vegetable oil), excludes application of chemical reagents and reduces the preparation temperature up to 85°C.

1. Introducere

Unul din vectorii principali ai majorării vitezei de țesere este îmbunătățirea caracteristicilor tribologice ale suprafeței firului de urzelă prin depunerea flotelor de înclieiere. Calitatea firelor înclieiate depinde de numeroși factori, printre care se pot menționa natura și calitatea ancolanților, rețeta de înclieiere, modul de preparare, cracteristicile flotei de înclieiere, etc. Deși se extind din ce în ce mai mulți ancolanții sintetici, pentru firele din bumbac și tip bumbac, ancolanții de bază rămân în continuare amidonul natural, amidonul modificat chimic sau amestecuri de ancolanți. Caracteristicile flotelor de înclieiere realizate din aceste tipuri de ancolanți sunt puternic influențate de tehnologiile folosite la preparare. Calitatea flotei de înclieiere, folosind ca ancolant amidonul natural, este influențată în mare măsură de modul de realizare a procesului de scindare.

Dintre tehnologiile neconvenționale de scindare a amidonului se evidențiază acțiunea cavitației, care permite micșorarea rapidă și avansată a lanțurilor macromoleculare naturale, fără utilizarea agenților de scindare [1, 2]. În lucrare se expun rezultatele obținute la acțiunea cavitației bifrecvențiale asupra procesului de scindare și omogenizare a amidonului în scopul obținerii unei flote de înclieiere performantă.

2. Materiale și metodică de cercetare

Studiul cercetărilor experimentale asupra caracteristicilor flotelor din amidon prin metoda cavitațională bifrecvențială a fost efectuat la instalația prezentată în Fig. 1.

Instalația dispune de cazan pentru dispersare, omogenizare, scindare a amidonului și preparare a flotei de înclieiere. După dispersarea cavitațională a amidonului suspensia se încălzește până la 85°C, când are loc scindarea și fabricarea flotei. Prin cuplarea pompei de recirculare la cazanul de scindare, are loc trecerea flotei prin omogenizatorul cu cavitatori de frecvență joasă (100–600 Hz) cu sită de filtrare 2 către blocul acuatc 5 de scindare cu cavitatori de frecvență înaltă (8–12 kHz), montat în cazanul de recirculare la ieșirea din țeava de presiune a circuitului flotei. Presiunea în linia de recirculare și în zona cavitatorilor de frecvență înaltă poate atinge 1–9 at. Ca urmare a presiunii și a vitezei jetului în buzunarele cavitatorilor de frecvență înaltă și la ieșirea din ele se formează bule de cavitație cu efect de scindare a amidonului și de omogenizare a flotei de înclieiere.

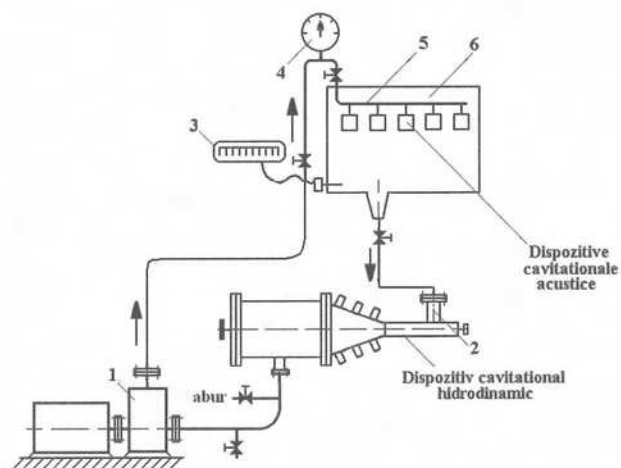


Fig. 1. Schema instalației cavitaționale bifrecvențiale pentru fabricarea flotei din amidon: 1 – pompa pentru recirculare; 2 – generator cavitațional hidrodinamic; 3 – dispozitiv de reglare a temperaturii; 4 – manometru; 5 – bloc acustic; 6 – rezervor.

În cazanul instalației cavitaționale bifrecvențiale s-au preparat flote de înclieiere din amidon în următoarele variante: concentrația K a flotei din amidon: 4; 5; 6%; presiunea P în linia de recirculare și tratare cavitațională bifrecvențială a flotei de înclieiere: 4,5; 6; 9 at. temperatura de preparare T: 70; 75; 80 și 85°C;

Procedeeul de preparare consta în încălzirea apei la 25–30°C, încărcarea amidonului în cazan și omogenizarea dispersiei sub acțiunea cavitației bifrecvențiale timp de 3–5 minute, încălzirea cu viteză constantă a amestecului egală cu 11 grad/min concomitent cu tratarea cavitațională a amestecului până la atingerea temperaturii și vâscozității programate. Cu circa 3–5 min înainte de finalizarea tratării cavitaționale se introduc substanțele auxiliare de tipul glicerinei, uleiurilor etc.

Au fost determinate următoarele caracteristici ale flotei de înclieiere și ale firelor din bumbac înclieiate: vâscozitatea flotei de înclieiere, care s-a determinat prin timpul de curgere t_c în secunde a unui litru de flotă printr-un orificiu circular cu diametrul 5 mm; procentul de amidon scindat P_{as} (în %); viteza de scindare a amidonului V_{scin} , %/min; timpul de tratare cavitațională a flotei de înclieiere până la vâscozitatea minimă posibilă de atins; încărcarea firelor cu substanțe de înclieiere I_s %.

Toate caracteristicile au fost comparate cu cele ale flo-
te de înclieiere preparate prin procesul clasic cu scindarea
chimică și termică sub presiune a amidonului.

3. Studiul procesului de fabricare a flo- te de înclieiere

Rezultatele obținute în urma analizei probelor din flo-
ta de înclieiere sunt trecute în Tabelele 1-4 și prezentate
în Fig. 2-5. Vâscozitatea minimă, relativ stabilă, atinsă
de flota din amidon scindat sub acțiunea cavității bifre-
vențiale variază în funcție de concentrație, temperatură și
presiunea aplicată în circuitul flo-
tei.

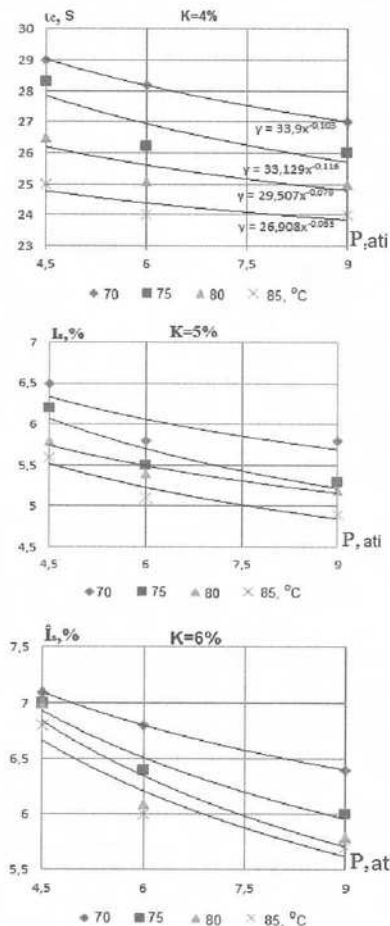


Fig. 2. Vâscozitatea (timpul de curgere) minimă a flo-
teii (t_c , s) în funcție de presiunea P la diferite concen-
trații K și temperaturi T .

Datele din Tabelul 1 și curbele din Fig. 2 redau de-
pendența vâscozității minim posibile de atins în funcție
de presiunea în sistemul de recirculare la diferite tempera-
turi și concentrații. Variația vâscozității minime și relativ
constantă posibil de atins la prelucrarea flo-
te de înclieiere la acțiunea cavității bifre-
vențiale se caracterizează prin următoarele: scade odată cu creșterea temperaturii la toate
concentrațiile și la toate valorile presiunii din sistemul de
recirculare. De exemplu, la o creștere a temperaturii de la
70 la 85°C vâscozitatea scade de la 32,3 la 28,6 s pentru
 $K = 6\%$ și $P = 9$ ati; crește odată cu mărirea concentrației
flo-
teii la toate temperaturile și presiunile din sistemul de
recirculare a flo-
tei. În particular, la o mărirea a concentra-
ției de la 4 la 6%, vâscozitatea minimă posibil de atins
a crescut de la 24,0 la 26,5 s corespunzător presiunii în
sistemul de recirculare de 6 ati și temperaturii 85°C; scade

odată cu mărirea presiunii în sistemul de recirculare și tra-
tare în cavitatorii la prelucrare, fără a obține valori minime
mult diferențiate. De exemplu, la o mărirea a presiunii în
sistemul de recirculare de la 4,5 la 9 ati, vâscozitatea mini-
mă atinsă prin tratarea cavitatională a scăzut de la 29 la 27
s, corespunzător concentrației $K = 4\%$ și unei temperaturi
de 70°C.

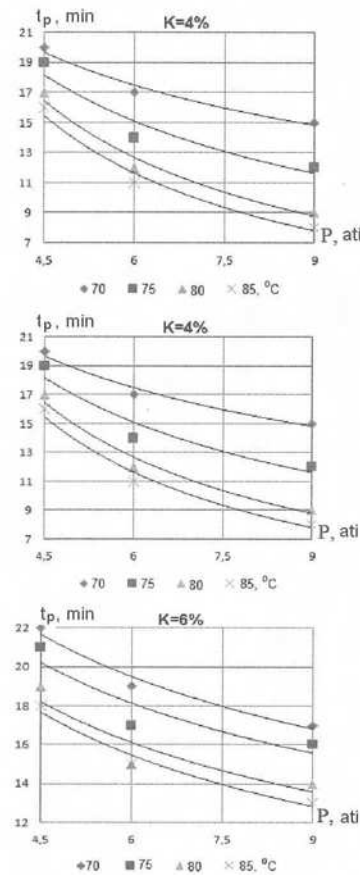


Fig. 3. Timpul de tratare cavitatională bifre-
vențială (t_p) în funcție de presiunea în linia de recirculare P
la diferite concentrații K și temperaturi T .

Timpul de scindare (de prelucrare) a amidonului
sub acțiunea cavității bifre-
vențiale în scopul scăderii
viscozității flo-
teii la valori relativ constante (vâscozita-
tea minimă) este un alt parametru tehnologic, în funcție
de care se poate stabili durata necesară a procesului de
scindare și deci de fabricare a flo-
te de înclieiere. Datele
din Tabelul 2 și reprezentarea lor grafică din Fig. 3 re-
dau influența presiunii de recirculare și tratare a flo-
teii în cavitatorii, a concentrației și a temperaturii. Din analiza
datelor din Tabelul 2 și Fig. 3 se desprind următoarele
variații ale timpului de prelucrare sub acțiunea cavității
bifre-
vențiale pentru scăderea vâscozității la o anumită
valoare minimă, relativ constantă, specifică corespun-
zător concentrației și temperaturii flo-
teii: scade odată cu
mărirea presiunii în sistemul de recirculare și tratare la
toate concentrațiile și temperaturile experimentate. De
exemplu, la concentrația 4% și temperatura 85°C, tim-
pul de prelucrare cu cavităția bifre-
vențială s-a redus de
la 16 la 8 min, corespunzător unei creșteri a presiunii de
recirculare de la 4,5 la 9 ati; la o creștere a temperaturii
de la 70 la 85°C timpul de tratare scade de la 22 la 18
min pentru concentrația $K = 6\%$ și presiunea de tratare

Tabelul 1. Vâscozitatea minimă (timpul de curgere) a flotei (t_c , s) în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T

Presiunea în linia de recirculare, P , ati	Vâscozitatea – timpul de curgere a 1000 cm ³ flotă t_c , în s, pentru											
	$K = 4\%$ și T°C				$K = 5\%$ și T°C				$K = 6\%$ și T°C			
	70	75	80	85	70	75	80	85	70	75	80	85
4,5	29,0	28,3	26,5	25	31,6	30,8	28,6	27	32,3	31,1	29,2	28,1
6,0	28,2	26,2	25,1	24	29	27,5	25	24,3	29,5	29,0	28,0	26,5
9,0	27,0	26,0	25,0	24	29	27	25,1	24,2	30,7	29,3	26	26,6

Tabelul 2. Timpul de tratare cavitațională bifrecvențială (t_p) pentru scăderea vâscozității la valoare constantă în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T

Presiunea în linia de recirculare, P , ati	Timpul de prelucrare t_p , min, pentru:											
	$K = 4\%$ și T°C				$K = 5\%$ și T°C				$K = 6\%$ și T°C			
	70	75	80	85	70	75	80	85	70	75	80	85
4,5	20	19	17	16	21	19	18	17	22	21	19	18
6,0	17	14	12	11	18	17	15	14	19	17	15	15
9,0	15	12	9	8	16	15	13	12	17	16	14	13

Tabelul 3. Viteza medie de scindare a amidonului V_{sc} , în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T

Presiunea în linia de recirculare, P , ati	Viteza de scindare V_{sc} , în %/min pentru:											
	$K = 4\%$ și T°C				$K = 5\%$ și T°C				$K = 6\%$ și T°C			
	70	75	80	85	70	75	80	85	70	75	80	85
4,5	3,7	3,95	5,1	5,7	4,1	4,3	4,95	5,75	3,9	4,0	4,45	4,6
6,0	7,58	8,8	9,1	12,0	6,8	7,9	9,0	10,8	5,5	6,0	7,75	9,7
9,0	10,22	10,22	10,7	12,2	7,2	8,6	10,9	12,4	5,95	6,6	8,3	11,5

Tabelul 4. Încărcarea firelor cu substanțe de încliere \hat{I}_f în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T

Presiunea în linia de recirculare, P , ati	Încărcarea firelor \hat{I}_f , în %, pentru:											
	$K = 4\%$ și T°C				$K = 5\%$ și T°C				$K = 6\%$ și T°C			
	70	75	80	85	70	75	80	85	70	75	80	85
4,5	5,8	5,5	5,3	5,1	6,5	6,2	5,8	5,6	7,1	7,0	7,0	6,8
6,0	5,5	5	4,8	4,6	5,8	5,5	5,4	5,1	6,8	6,4	6,1	6
9,0	4,9	4,7	4,6	4,5	5,8	5,3	5,2	4,9	6,4	6,0	5,8	5,7

$P = 4,5$ ati; crește odată cu mărirea concentrației la toate temperaturile și presiunile experimentate. De exemplu, timpul de prelucrare a crescut de la 8 la 13 min, corespunzător mării concentrației de la 4 la 6% la temperatura de 85°C și presiunea de recirculare și tratare 9 ati; scade odată cu mărirea temperaturii flotei la toate valorile presiunii experimentate. De exemplu, timpul de prelucrare a scăzut de la 29 la 24,2 min. corespunzător unei creșteri a temperaturii de la 70 la 85°C la o flotă cu concentrația de 5% prelucrată la presiunea de recirculare 9 ati.

Timpul de scindare cu cavitația bifrecvențială și procentul de amidon scindat permit determinarea unei viteze medii de scindare a amidonului, care constituie un alt parametru important al acestei tehnologii. Viteza medie de scindare determinată prin cantitatea procentuală de amidon scindat pe minut a fost studiată în funcție de presiunea de recirculare în sistemul de tratare cavitațională bifrecvențială la diferite concentrații și temperaturi. Analiza datelor din Tabelul 3 și curbelor din Fig. 4 demonstrează influența presiunii asupra vitezei de scindare a amidonului la diferite concentrații și temperaturi ale flotei de înclieire. Viteza medie de scindare a amidonului are următoarele caracteristici: crește odată cu mărirea presiunii de recirculare la orice temperatură și concentrație. De exemplu, viteza medie de scindare crește de la 3,7 la 10,22 %/min, corespunzător unei mării a presiunii de recirculare de la 4,5 la 9 ati la o concentrație de 4% și temperatură de 70°C; scade odată cu creșterea concentrației în amidon a flotei indiferent de valoarea temperaturii și presiunii de recirculare în sistemul de tratare cavitațională bifrecvențială. De exemplu, viteza medie de scindare scade de la 10,22 la 5,95 %/min corespunzător unei creșteri a concentrației de la 4 la 6%, realizată la temperatura 70°C și presiunea de recirculare 9 ati; crește odată cu majorarea temperaturii flotei de înclieire la toate concentrațiile și presiunile de recirculare în sistemul de tratare cavitațională bifrecvențială experimentate. De exemplu, viteza medie de scindare crește de la 3,7 la 5,7 %/min corespunzător creșterii temperaturii de la 70 la 85°C, realizată la concentrația 4% și presiunea 4,5 ati.

Încărcarea firelor cu substanțe de înclieire este influențată de vâscozitatea flotelor și, respectiv de gradul de scindare a amidonului. Datele experimentale privind

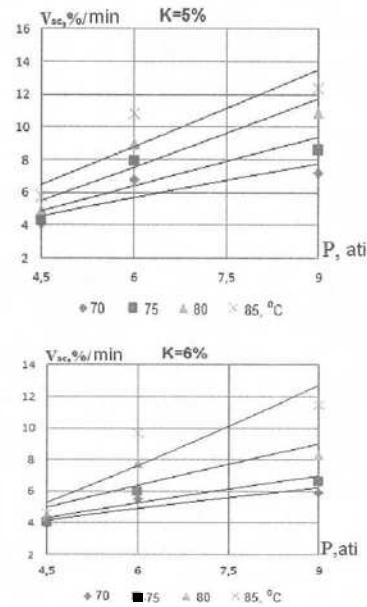
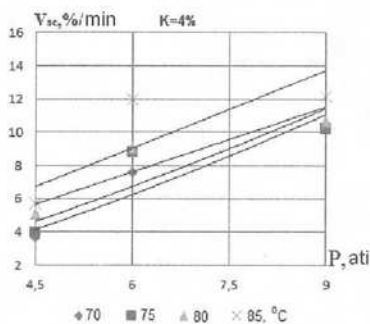
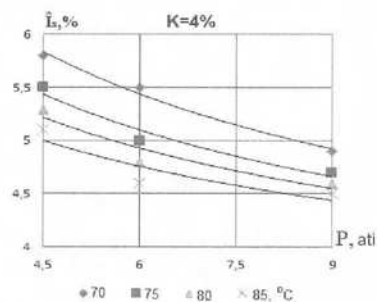


Fig. 4. Viteza medie de scindare a amidonului V_{sc} , în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T .

încărcarea firelor în funcție de presiunea de recirculare în sistemul de tratare cavitațională la diferite concentrații și temperaturi sunt trecute în Tabela 4, iar curbele de variație – în Fig. 5. În baza analizei acestor date experimentale constantă, că încărcarea firelor cu substanțe de înclieire are următoarele dependențe: scade odată cu creșterea presiunii de recirculare în sistemul de tratare cavitațională ca urmare a creșterii gradului de scindare și a fluidității flotei de înclieire la toate concentrațiile și temperaturile experimentate. De exemplu, la o creștere a presiunii în sistemul de recirculare și tratare cavitațională bifrecvențială de la 4,5 la 9 ati, încărcarea firelor cu substanțe de înclieire a scăzut de la 5,8 la 4,9% corespunzător concentrației K de 4% și temperaturii 70°C; cade odată cu creșterea temperaturii ca urmare a creșterii fluidității la toate concentrațiile și presiunile în sistemul de recirculare și tratare cavitațională. De exemplu, la o creștere a temperaturii de la 70 la 85°C încărcarea firelor cu substanțe de înclieire scade de la 7,9 la 6,8% pentru concentrația $K = 6\%$ și presiunii de recirculare $P = 4,5$ ati și de la 6,4 la 5,7% pentru concentrația $K = 6\%$ și presiunea de recirculare $P = 9,0$ ati; crește odată cu majorarea concentrației de amidon ca urmare a creșterii vâscozității în cazul condițiilor constante de scindare sub acțiunea cavitației bifrecvențiale la toate temperaturile și presiunile aplicate în sistemul de recirculare. De exemplu, la o creștere a concentrației de la 4 la 6%, încărcarea firelor cu substanțe de înclieire a crescut de la 5,1 la 6,8% corespunzător presiunii în sistemul de recirculare de 4,5 ati și temperaturii de tratare 85°C.



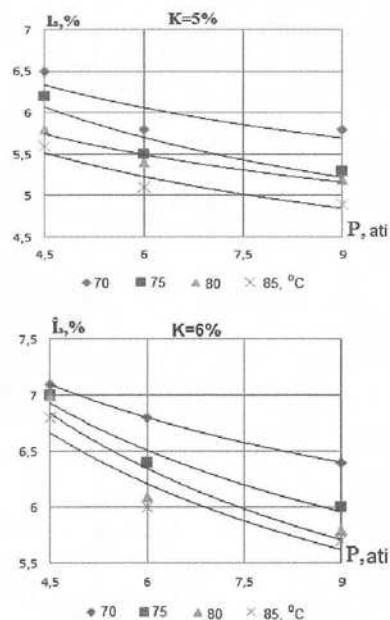


Fig. 5. Încărcarea firelor cu substanțe de încheiere I_s , în funcție de presiunea în linia de recirculare P la diferite concentrații K și temperaturi T .

4. Concluzii

Cercetările privind prepararea flotelor de încheiere prin scindarea amidonului în câmp cavitațional bifrecvențial au permis obținerea rezultatelor utile pentru elaborarea tehnologiei de preparare a flotei de încheiere din amidon. Calitatea flotelor de încheiere și unele avantaje ale cavitației bifrecvențiale, utilizate la scindarea amidonului și la omogenizarea flotelor, deschid noi perspective de utilizare a unor astfel de tehnologii neconvenționale la scara industrială.

Acțiunea cavitației bifrecvențiale la fabricarea flotei de încheiere permite scindarea amidonului până la 95–98%; economisirea produselor alimentare – amidonului și uleiului vegetal, excluderea reagenților chimici; reducerea temperaturii de preparare până la 85°C și excluderea presiunii aburilor în cazanul de preparare. la procesul de fabricare a flotei de încheiere.

5. Bibliografie

1. Dumitrash P.G., Bologa M.K., Cuiuc T.V., Luța I.F., Shemeakova T.D. Ob effektivnosti kavitatsionnyh voz-deitsvii na protsess prigotovlenia krahmalnoi shlihty dlea tekstilnoi promyshlennosti. *Elektronnaya obrabotka materialov*. 5. 111. 2011.
2. Dumitrash P.G., Savpei P.A., Bologa M.K., Gimza A.I. Vliianie ultrazvukovoi kavitatsii na svoistva krahmalennoi shlihty. *Elektronnaya obrabotka materialov*. 1. 85. 2005.