

FILTRACJA SOKÓW GĘSTYCH I KLARÓWEK

*Stanisław M. Zagrodzki*Instytut Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej
Łódź, Polska

Filtracja jest jedną z podstawowych operacji jednostkowych w przemyśle cukrowniczym. Bogata literatura i liczne prace badawcze są dowodem ważności tego zagadnienia [1, 3, 4, 8, 11, 12, 20, 23, 26—29, 31—36, 40, 41, 48, 49]. W światowym przemyśle cukrowniczym stosuje się wiele różnych typów urządzeń filtracyjnych [6, 9, 13—15, 18, 19, 24, 30, 39, 42, 45]. Dotychczasowe rozwiązania aparatury do procesu filtracji soku gęstego i klarówek nie dały zadowalających rezultatów.

Dawniejsze konstrukcje mają jednokierunkowe przegrody filtracyjne w formie płaszczyzny i pracują przeważnie pod niskim ciśnieniem bez dodawania substancji ułatwiających filtrację. Urządzenia tego typu posiadają znaczne powierzchnie filtracyjne i wymagają pracochłonnej obsługi. Wprowadzenie aparatów ciśnieniowych, a następnie dodawanie substancji ułatwiających filtrację, podwyższyło intensywność procesu i zmniejszyło pracochłonność obsługi [9, 17, 37]. Nowsze konstrukcje posiadają bardziej efektywną przegrodę dwukierunkową, w kształcie rury. Taki kształt umożliwia uzyskanie w jednostce objętości aparatu, znacznie większej powierzchni filtracyjnej. W starszych konstrukcjach stosowano przegrodę z tkaniny opartej na siatce metalowej lub na perforowanej rurze. Obecnie coraz częściej stosuje się do budowy przegród filtracyjnych tworzywa sztuczne, materiały antykorozyjne a także tkaniny polipropylenowe [7, 38].

Procesy filtracji zależą od rodzaju osadów, które znajdują się w zawiesinach o różnej lepkości. Prowadzono wiele badań dotyczących jakości osadów w roztworach powstałych po rozpuszczeniu cukru a także cukrów dalszych rzutów [2, 5, 10, 16, 21, 22, 43, 47].

Oddzielnym zagadnieniem jest sposób usuwania osadu z przegrody. W urządzeniach ciśnieniowych z przegrodą płaską stosowano system na-

tryskowy, który zmywa placki osadu. Ten system usuwania osadu, ze względu na znaczne objętości zawiesin, które należy zawrócić, powoduje zakłócenie procesu technologicznego.

W nowszych konstrukcjach stosuje się przeciwprądowe przetłaczanie cieczy, najczęściej własnego filtratu, przez przegrodę filtracyjną. Efektywność działania strumienia cieczy służącej do usuwania placka osadu, zależy od kształtu stosowanej przegrody. W przypadku przegrody płaskiej tylko część cieczy jest przetłaczana i przyczynia się do usuwania placka. Znaczna część cieczy wypełnia jedynie wnętrze elementu filtracyjnego i powoduje jego deformację. W przypadku stosowania elementu filtracyjnego w kształcie rury cała ilość zawróconej cieczy służy do usuwania placka osadu. Należy stwierdzić, że zawracanie filtratu do usuwania osadu z elementów filtracyjnych w kształcie rury stanowiło znaczny postęp w stosunku do dawniejszych sposobów. Jednakże nie zawsze występuje całkowite usunięcie placka osadu, szczególnie w przypadku osadów o charakterze koloidalnym.

BADANIA WŁASNE

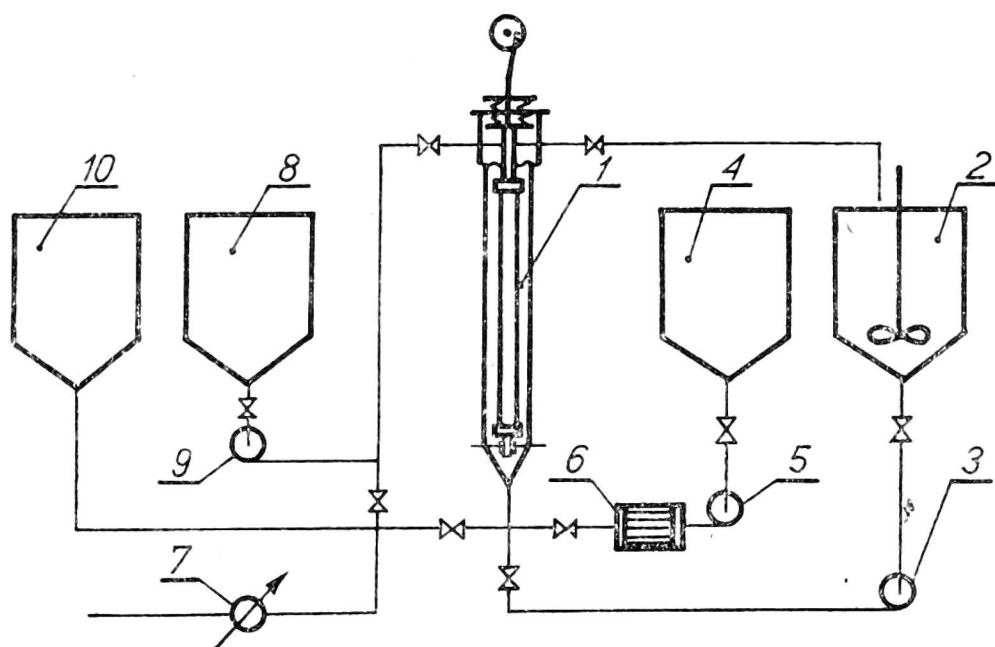
W Katedrze Cukrownictwa a następnie w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej od wielu lat prowadzono badania nad techniką filtracji. Zasadniczym kierunkiem badań była intensyfikacja procesu. Filtracja soków gęstych, klarówek i syropów wymaga takich rozwiązań aparaturowych, w których można uzyskać wysokie natężenia strumienia filtratu a następnie całkowite usunięcie utworzonej warstwy placka osadu z przegrody filtracyjnej. W celu szybkiego i całkowitego usunięcia placka osadu powstałego podczas filtracji zawiesin cukrowniczych o znacznej lepkości, zastosowano nową metodę wypróbowaną w urządzeniu do zagęszczania osadu w zawiesinie po głównej karbonatacji [45]. Istotą stosowanej metody jest jednoczesne działanie dwóch czynników: przeciwprądowego przepływu strumienia filtratu o dużym natężeniu oraz drgań elementu filtracyjnego wzdłuż jego pionowej osi. W przypadku zagęszczania osadu w zawiesinie po głównej karbonatacji stosowano wibracje w czasie 7 sekund, przy czym częstotliwość drgań wynosiła 12 Hz a amplituda 10 mm. Natężenie strumienia zawracanego filtratu wynosiło 150 l/m²min.

Do badania procesu filtracji zawiesin, o znacznym stężeniu sacharozy, zbudowano odpowiednią aparaturę w dużej skali laboratoryjnej. Filtr wykonany był w postaci pionowego walca o średnicy 90 mm i długości 350 mm. Wewnątrz korpusu filtru umieszczony był element filtracyjny w kształcie rury o średnicy 60 mm z przegrodą wykonaną z tkaniny filtracyjnej, o powierzchni 0,06 m². W górnej części filtru, ponad pokrywą

z wbudowaną membraną, umieszczono wibrator, który wprowadzał element filtracyjny w drgania o częstotliwości 12 Hz i amplitudzie 10 mm.

Do doświadczeń przygotowano stację, która umożliwiała wykonanie w każdym cyklu kolejnych trzech etapów procesu. Do pierwszej czynności nakładania substancji ułatwiającej filtrację służyło mieszadło oraz pompa z odpowiednimi przewodami i przepływomierzem. Do drugiej zasadniczej czynności filtracji ustawiono zbiornik do zawiesiny, pompę, zagrzewacz, opisany wyżej filtr i przepływomierz do otrzymanego filtratu. Do trzeciej czynności, usuwania placka osadu z przegrody, zastosowano zbiornik do klarownego roztworu, odpowiednią pompę do przeciwnieprądowego tłoczenia roztworu oraz naczynie, do którego odbierano plackę osadu wraz z roztworem zmywającym. Całość stacji przedstawia rys. 1.

W celu sprawdzenia działania urządzenia użyto zawiesinę odcieku cukrzycy I. Analiza odcieku była następująca: $65,0^{\circ}\text{Bx}$, czystość 86,0, współczynnik ekstynkcji właściwej 2,54 przy długości fali 560 nm, zawartość suchego osadu około 0,11 g w litrze. Filtrację prowadzono w granicach temperatur od 85 do 88°C .



Rys. 1. Stacja filtracji zawiesiny w skali laboratoryjnej

1 — filtr wibracyjny, 2 — mieszadło zawiesiny rzadkiej, 3 — pompa zawiesiny rzadkiej, 4 — zbiornik zawiesiny gęstej, 5 — pompa zawiesiny gęstej, 6 — zagrzewacz (wymiennik ciepła), 7 — miernik objętości filtratu soku gęstego, 8 — zbiornik filtratu soku rzadkiego, 9 — pompa do przeciwnieprądowego usuwania osadu, 10 — zbiornik zawiesiny usuniętego osadu

Kryterium prowadzenia procesu było utrzymywanie stałego natężenia strumienia filtratu przy ciśnieniu poniżej 4,0 at. Do usuwania placki osadu przygotowano 12% wodny roztwór sacharozy o temperaturze 90°C , który wprowadzano przeciwnieprądowo. W momencie włączenia dopływu

roztworu sacharozy uruchomiono mechaniczny wibrator elementu filtracyjnego na około 90 sekund. Zastosowano drgania o częstotliwości 12 Hz i amplitudzie 10 mm. W okresie 90 sekund wibracji przepłynęło przez przegrodę filtracyjną około 14 l roztworu, przy czym natężenie strumienia wynosiło 150 l/m²min.

Wykonano trzy kolejne cykle filtracji, bez używania substancji ułatwiających filtrację. Wyniki pomiarów zestawiono w tab. 1. Na podstawie pomiarów prowadzonych w czasie kolejnych cykli stwierdzono, że natężenie strumienia filtratu szybko malało a wskutek tego również objętość odbieranego filtratu uległa zmniejszeniu.

Tabela 1

Działanie filtru bez stosowania substancji ułatwiającej filtrację; filtrowano zawiesinę odcieku I, 65°Bx, czystość 86

Cykl	Czas min	Ciśnienie at	Natężenie strumienia filtratu l/m ² min	Objętość filtratu l	Sumaryczna objętość filtratu l
1	0	0,3	—	—	—
	5	0,7	24,1	7,25	7,25
	10	1,5	19,6	5,87	13,12
	20	2,7	18,2	10,92	24,04
	30	3,7	11,8	7,06	31,10
	53	4,0	5,9	8,18	39,28
Razem				39,28	
2	0	0,6	—	—	—
	5	1,7	17,1	5,12	5,12
	10	2,6	9,9	2,96	0,08
	34	4,0	6,0	8,60	16,68
Razem				16,68	
3	0	1,3	—	—	—
	5	2,5	6,4	1,92	1,92
	10	3,6	3,8	1,15	3,07
	22	4,0	1,6	1,14	4,21
Razem				4,21	

W dalszych badaniach użyto substancji ułatwiającej filtrację. Zastosowano do tego celu ziemię okrzemkową Hyflo-Supercel w ilości 600 g/1 m² przegrody filtracyjnej. Do nakładania warstwy ziemi okrzemkowej użyto 12% wodnego roztworu sacharozy. Do filtracji stosowano zawiesinę odcieku od cukrzycy I o analogicznym składzie jak w poprzednim doświadczeniu. Wyniki pięciu kolejnych cykli pracy filtru przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Działanie filtru przy stosowaniu ziemi okrzemowej; filtracja zawiesiny odcieku I,
65 °Bx, czystość 86

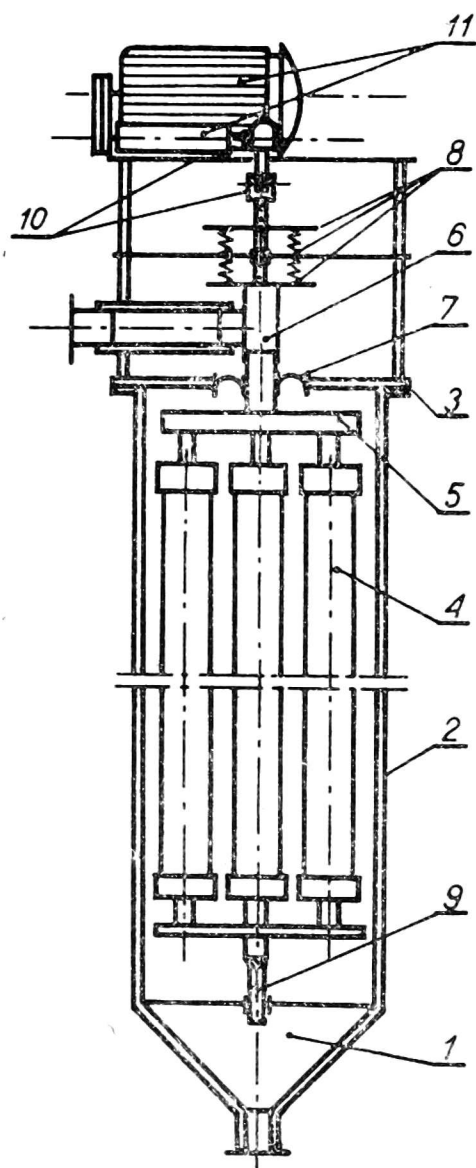
Cykl	Operacja	Czas min	Ciśnienie at	Natężenie strumienia filtratu l/m ² min	Objętość filtratu l	Sumaryczna objętość filtratu l
1	nakładanie warstwy	10	0,30	80,1	—	—
	filtracja	63	4,00	19,4	73,1	73,1
2	nakładanie warstwy	10	0,30	78,6	—	—
	filtracja	64	4,00	19,2	73,6	146,7
3	nakładanie warstwy	10	0,32	81,2	—	—
	filtracja	64	4,00	18,9	72,5	219,2
4	nakładanie warstwy	11	0,32	80,7	—	—
	filtracja	61	4,00	18,7	68,3	287,5
5	nakładanie warstwy	11	0,34	79,4	—	—
	filtracja	63	4,00	18,3	69,4	356,9

Na podstawie uzyskanych wyników a także obserwacji tkaniny filtracyjnej po zakończeniu piątego cyklu filtracji, stwierdzono, że przeciwprądowo-wibracyjny sposób usuwania placka osadu powoduje dobre oczyszczanie przegrody filtracyjnej, w przypadku gdy stosuje się nakładanie na przegrodę substancji ułatwiającej filtrację.

Dalsze analogiczne doświadczenia potwierdziły wyniki przedstawione w tab. 2. Wykonano również podobne badania w skali technicznej, w których stosowano filtr o powierzchni przegrody filtracyjnej wynoszącej 2 m² [44]. Wyniki tych badań również nie odbiegały od wcześniejszych doświadczeń i potwierdziły badania laboratoryjne.

W związku z powyższym przygotowano stację filtracji zawiesiny soku gęstego w pełnej skali fabrycznej. W skład stacji wchodziło 5 filtrów. Elementy konstrukcji jednego filtru przedstawiono na rys. 2. Wysokość korpusu filtru, zakończonego stożkiem, wynosi 2400 mm, średnica 265 mm pojemność 0,13 m³. Wewnątrz korpusu umieszczona jest wiązka siedmiu rur filtracyjnych, z których każda ma średnicę 61 mm. Całkowita powierzchnia filtracyjna wynosi 2,25 m². W górnej części ponad pokrywę z wbudowaną membraną, znajduje się wibrator mechaniczny.

Stację filtrów soku gęstego przedstawia rys. 3. W skład stacji wchodzi szereg urządzeń pomocniczych: mieszadło zawiesiny rzadkiej z pompą i przepływomierzem filtratu zawracanego, zbiornik zawiesiny gęstej, pompa soku gęstego i przepływomierz, zbiornik odbieranego filtratu, ciśnieniowy zbiornik cieczy do usuwania placka osadu, sprężarka oraz zbior-



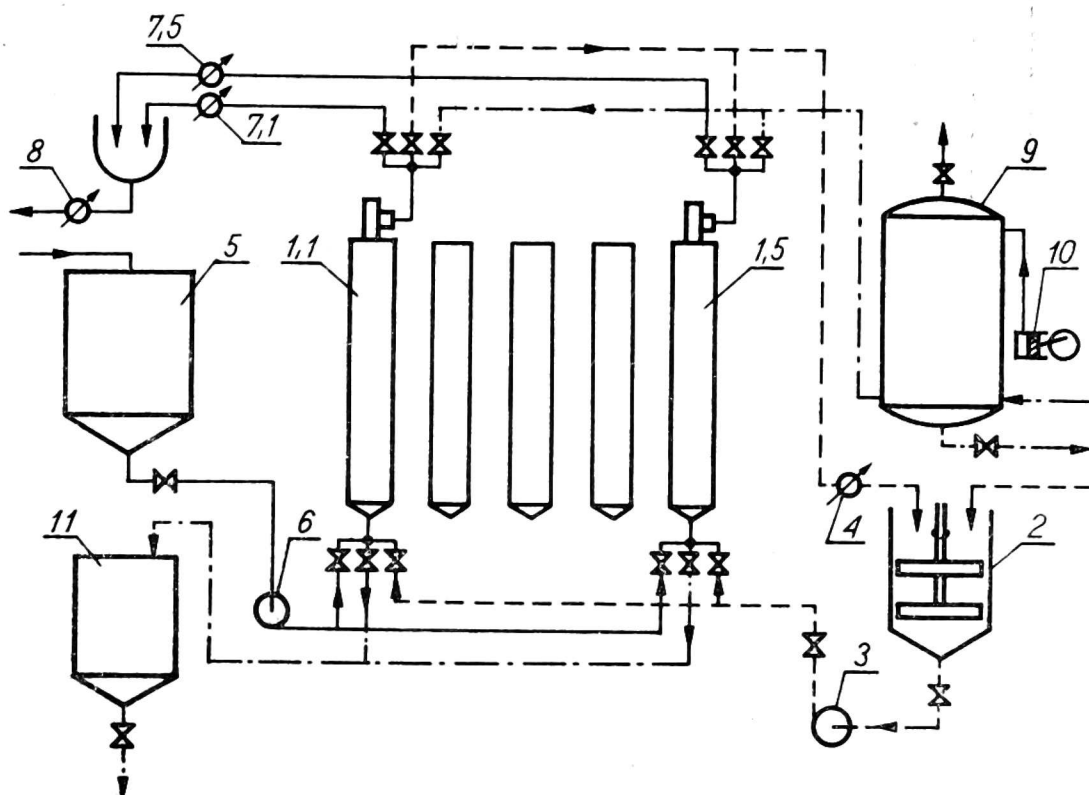
Rys. 2. Elementy konstrukcji filtra o powierzchni 2,25 m²

1 — dolny stożek, 2 — korpus filtra, 3 — pokrywa, 4 — pręt filtracyjny, 5 — głowica elementu filtracyjnego, 6 — kolektor filtratu, 7 — membrana elementu filtracyjnego, 8 — zawieszenie elementu filtracyjnego, 9 — dolna prowadnica elementu filtracyjnego, 10 — mechaniczny wibrator, 11 — napęd wibratora

nik zawieszony usuniętego osadu. Z pięciu filtrów znajdujących się w zespole jeden jest rezerwowo, a cztery pracują według zaplanowanego cyklu filtracji, w systemie bateryjnym.

Każdy cykl składał się z trzech operacji. Nakładanie warstwy substancji ułatwiającej filtrację trwa 15 minut. Okres filtracji zależy od wielu czynników technologicznych oraz od ilości osadu w jednostce objętości zawiesziny. Ostatnia operacja — przeciwprądowo-wibracyjne usuwanie osadu wraz z czynnościami pomocniczymi — trwa 5 minut.

Każda operacja cyklu jest prowadzona według ustalonego programu. Nakładanie substancji ułatwiającej filtrację na przegrodę odbywa się za pomocą gorącego soku rzadkiego o temperaturze 90°C, przy czym natężenie strumienia utrzymywano powyżej 80 l/m²min. Cedzenie zawiesziny prowadzono przy możliwie stałej szybkości filtracji. Ciśnienie na początku tej operacji nie przekraczało ciśnienia stosowanego podczas nakładania, a w końcowym okresie nie przekraczało 4,0 at, przy natężeniu strumienia filtratu wyższym od 5 l/m²min. Ciśnienie stopniowo zwiększano, aby uzyskać równomierne wypełnienie osadem warstwy substancji ułat-



Rys. 3. Stacja filtracji zawiesiny soku gęstego w skali fabrycznej

1 — filtry wibracyjne, 2 — mieszadło zawiesiny rzadkiej, 3 — pompa zawiesiny rzadkiej, 4 — sumaryczny licznik objętości filtratu soku rzadkiego, 5 — zbiornik zawiesiny soku gęstego, 6 — pompa zawiesiny soku gęstego, 7 — miernik objętości filtratu soku gęstego z każdego filtra, 8 — sumaryczny licznik filtratu soku gęstego odprowadzanego ze stacji, 9 — ciśnieniowy zbiornik filtratu soku rzadkiego, 10 — kompresor, 11 — zbiornik zawiesiny usuniętego osadu

wiającej filtrację. Usuwanie osadu z przegrody za pomocą gorącego soku rzadkiego odbywało się przy średnim natężeniu strumienia nie niższym niż $150 \text{ l/m}^2\text{min}$, w czasie od 90 do 120 sekund.

Wykonano w warunkach fabrycznych badania w celu określenia optymalnych parametrów wibracji elementu filtracyjnego. Porównano działanie dwóch filtrów, których wibratory pracowały z jednakową częstotliwością 12 Hz, natomiast amplituda drgań w I filtrze wynosiła 10 mm a w II filtrze 7,5 mm. W obu filtrach założono nową tkaninę filtracyjną. Jako substancji ułatwiającej filtrację użyto ziemi krzemkowej „Dicalite” w ilości 500 g/m^2 .

Prowadzenie równoległe obu aparatów nie było możliwe ze względu na wyposażenie stacji. Wobec tego cykl pracy filtru II rozpoczynano w 120 minut po rozpoczęciu cyklu pracy filtru I. Dzięki temu można było uzyskać zbliżone warunki pracy obu aparatów. Badano 10 kolejnych cykli filtracji, przy czym w obydwu filtrach podwyższano ciśnienie według jednakowej charakterystyki funkcji w czasie. Wyniki pomiarów przedstawia tab. 3.

Na podstawie porównania objętości odprowadzanego filtratu a także wielkości natężenia strumienia filtratu, można stwierdzić, że nie obser-

T a b e l a 3

Wpływ amplitudy drgań na efekt działania filtrów o powierzchni 2,25 m² w warunkach przemysłowych; filtrowano sok gęsty około 65°Bx

Cykl	Filtr I, amplituda 10 mm, 12 Hz				Filtr II, amplituda 7,5 mm, 12 Hz			
	ciśnienie podczas nakładania at	zawartość s.s. °Bx	objętość filtratu m ³	natężenie strumienia filtratu l/m ² min	ciśnienie podczas nakładania at	zawartość s.s. °Bx	objętość filtratu m ³	natężenie strumienia filtratu l/m ² min
1	0,30	63,2	31,2	28,9	0,30	62,8	31,4	29,1
2	0,30	62,2	30,8	29,6	0,30	61,5	31,6	29,3
3	0,30	62,7	29,3	27,3	0,30	63,2	30,4	28,4
4	0,32	63,5	28,7	26,6	0,32	64,3	28,1	26,0
5	0,32	62,3	26,9	24,9	0,32	62,6	27,7	25,7
6	0,34	63,1	25,4	23,5	0,34	62,9	26,3	24,3
7	0,36	62,7	24,9	23,0	0,36	63,6	24,8	22,9
8	0,38	62,4	23,2	21,5	0,38	61,9	24,2	22,4
9	0,40	63,5	22,9	21,2	0,40	62,3	23,7	22,0
10	0,42	62,7	21,3	19,7	0,42	63,3	22,6	20,9
Srednio		62,8		24,5		62,9		25,1
Razem			264,6				270,8	

wuje się istotnych różnic pomiędzy pracą obu filtrów. Powtórzenie doświadczenia w analogicznych warunkach dało zbliżone rezultaty. Wobec tego można uznać, że obniżenie amplitudy drgań wibratora do 7,5 mm nie pogarsza dokładności usuwania placka osadu z przegrody.

Prowadzono badania nad usuwaniem placka metodą przeciwprądowo-wibracyjną stosując częstotliwość drgań 12 Hz a amplitudę 5 mm. Jednakże ze względu na to, że po pewnym czasie pracy wibratora może nastąpić zmniejszenie się rzeczywistej amplitudy drgań wibratora, uznano amplitudę 5 mm za zbyt małą. Na tej podstawie przyjęto optymalną amplitudę wibratora równą 7,5 mm.

Badano również działanie filtru z wibratorem o częstotliwości 16 Hz i amplitudzie 7,5 mm. Nie zaobserwowano lepszych rezultatów niż w przypadku wibracji o częstotliwości 12 Hz. W dalszych badaniach próbowano zastosować wibrator o częstotliwości 24 Hz i amplitudzie 7,5 mm. Próbne uruchomienie wibratora spowodowało drgania rezonansowe konstrukcji wspierającej filtry. Zjawisko to jest niepożądane, gdyż w sąsiednich filtrach może doprowadzić do przedwczesnego opadania świeżo nałożonej warstwy substancji ułatwiającej filtrację.

Na podstawie wykonanych badań uznano, że najlepsze efekty usuwania placka osadu z przegrody uzyskuje się stosując wibracje o częstotliwości 12 Hz i amplitudzie 7,5 mm. Zużycie energii w tym rozwiązaniu jest mniejsze, niż w przypadku wibracji o amplitudzie 10 mm.

Po ustaleniu optymalnych warunków usuwania osadu z przegrody filtracyjnej podjęto badania dotyczące wielkości zużycia tkaniny filtracyjnej oraz ilości i rodzaju substancji ułatwiającej filtrację. W doświadczeniach fabrycznych badano działanie filtru o powierzchni 2,25 m², przy czym jako substancję ułatwiającą filtrację stosowano ziemię okrzemkową „Dicalite” w ilości 500 g/m² przegrody. Filtrowano zawiesinę soku gęstego: 62,1—66,9°Bx, czystość 93,9—94,2, współczynnik ekstynkcji wynosił 0,190—0,212 przy długości fali światła 560 nm, temperatura soku 86—89°C. Wyniki uzyskane podczas wielu cykli pracy jednego z filtrów zestawiono w tab. 4.

Zgodnie z założeniem, podczas nakładania substancji ułatwiającej filtrację, utrzymywano ciśnienie 0,30 at. Podczas filtracji soku powoli podwyższano ciśnienie, aby natężenie strumienia filtratu przekraczało 20 l/m²min. Po zwiększeniu ciśnienia do 4 at i spadku natężenia strumienia filtratu, usuwano placek metodą przeciwprądowo-wibracyjną i rozpoczynano następny cykl pracy.

Stwierdzono, że po przefiltrowaniu około 800 m³ soku gęstego nastąpiło zmniejszenie średniego natężenia strumienia filtratu do 19 l/m²min a objętość filtratu w jednym cyklu wynosiła 25 m³. W związku z tym po zakończeniu 23 cyklu i usunięciu placka osadu poddano przegrodę

Tabela 4

Efekt działania filtru o powierzchni 2,25 m² w warunkach przemysłowych; filtrowano sok gęsty 62—67 °Bx

Cykl	Czas min	Ciśnienie nakładania at	Zawartość s.s. °Bx	Średnie natężenie strumienia filtratu l/m ² min	Objętość filtratu m ³	Sumaryczna objętość filtratu m ³
1	900	0,30	63,7	23,9	48,3	48,3
4	840	0,32	64,1	22,6	42,7	182,9
8	780	0,35	62,1	22,6	39,6	346,6
12	750	0,40	65,3	21,2	35,7	496,6
16	720	0,52	64,8	20,0	32,3	626,7
20	660	0,66	65,6	19,3	28,7	746,1
23	600	0,85	63,9	18,8	25,4	826,3
Wykwaszanie przegrody filtracyjnej						
1	720	0,45	65,2	21,4	34,6	860,9
4	660	0,54	66,9	20,6	30,6	955,4
8	660	0,68	64,4	18,7	27,9	1066,8
13	540	0,90	63,7	16,9	20,5	1181,7
Wymiana przegrody filtracyjnej						

filtracyjną wykwaszeniu. Wykwaszanie odbywało się wewnątrz korpusu, bez otwierania filtru i trwało zaledwie 120 minut. Po przemyciu filtru gorącą wodą prowadzono dalsze cykle filtracji. W pierwszym cyklu średnie natężenie strumienia filtratu wynosiło ponad 21 l/m²min a objętość filtratu w jednym cyklu wynosiła blisko 35 m³. Po dalszych 13 cyklach i sumarycznym przefiltrowaniu około 1200 m³ soku gęstego stwierdzono zmniejszenie natężenia strumienia filtratu do 17 l/m²min a objętość filtratu w jednym cyklu wynosiła 20 m³. W związku z tym uznano za celowe wymienienie przegrody filtracyjnej.

Na podstawie wyników przedstawionych w tab. 4 obliczono, że średnie natężenie strumienia filtratu w ciągu 36 cykli wynosiło ponad 20 l/m²min. Objętość 1200 m³ soku gęstego odpowiadała w przybliżeniu 6 tys. ton buraków. Wynika z tego, że zużycie tkaniny wynosiło 0,375 m² na tys. ton buraków a zużycie ziemi okrzemkowej wynosiło 7,2 kg. Badania pozwoliły na wyliczenie, że na 1 tys. ton dobowej zdolności przerobowej cukrowni wystarcza 15 m² powierzchni filtracyjnej do cedzenia soków gęstych.

W dalszych doświadczeniach stosowano ziemię okrzemkową Hyflo-Supercel w ilości 500 g/m² a także stosowano mieszaninę 150 g celulozy i 100 g ziemi okrzemkowej „Dicalite” na 1 m² powierzchni przegrody. Proces filtracji przebiegał prawidłowo, podobnie jak to przedstawiono w tab. 4.

W przypadku gdy filtrowano sok gęsty o niższej jakości (czystość 93,2, współczynnik ekstynkcji właściwej 0,360 przy długości fali światła 560 nm), uzyskiwano gorsze rezultaty. W czasie filtracji należało stosować wyższe ciśnienie, aby zwiększyć natężenie strumienia filtratu, co powodowało skrócenie cyklu filtracji a w rezultacie większe zużycie tkaniny filtracyjnej i ziemi okrzemkowej.

Próby filtracji klarówki o 65°Bx przebiegały podobnie jak soku gęstego i uzyskano zbliżone natężenie strumienia filtratu. Jednakże podczas filtrowania zawiesin o niższej czystości i o większej ilości osadu w zawieszynie, następowało skracanie trwania cyklu filtracji.

WNIOSKI

Na podstawie badań wykonanych w warunkach laboratoryjnych oraz podczas działania stacji filtracji soków gęstych i klarówek w skali fabrycznej, można stwierdzić co następuje:

1. Zastosowanie do soku gęstego filtrów z przeciwprądowo-wibracyjnym usuwaniem placka osadu z przegrody filtracyjnej daje dobre rezultaty a odbierany filtrat jest całkowicie klarowny.

2. Użycie wibratora o częstotliwości 12 Hz i amplitudzie 7,5 mm pozwala na usunięcie placka osadu z przegrody filtracyjnej w czasie 120 sekund.

3. Przeciwprądowe wprowadzanie strumienia soku rzadkiego do usuwania placka osadu wymaga użycia zaledwie 0,5% soku rzadkiego w stosunku do ilości przerobionych buraków.

4. Opracowane rozwiązanie procesu filtracji soku gęstego wymaga zużycia tkaniny w ilości 0,3 do 0,5 m² na 1 tys. ton buraków.

5. Średnie natężenie strumienia filtratu soku gęstego wynosi ponad 20 l/m²min, przy gęstości soku około 65°Bx.

6. Do filtrowania soku gęstego w cukrowni wystarcza 15 m² powierzchni filtracyjnej, na 1 tys. ton dobowej zdolności przerobowej.

LITERATURA

1. Almy C., Lewis W. K.: Ind. Eng. Chem., 1912, t. 4, s. 528
2. Bennet M. C., Gardiner S. D.: Int. Sugar J., 1968, t. 70, s. 135, 173
3. Brieghel-Müller A.: Kolloid Z. 1940, t. 92, s. 285; 1940, t. 93, s. 306; 1941, t. 95, s. 82
4. Brukner B.: Z. Ver. Deutsch. Zuckerind., 1926, t. 76, s. 419
5. Brukner B.: Zucker, 1965, t. 18, s. 299, 626; 1966, t. 19, s. 43, 62, 147
6. Bruniche-Olsen H. Gaz. cukr., 1967, t. 75, s. 266
7. Burghardt H.: Zucker, 1973, t. 26, s. 192
8. Dědek J., Dostal L.: Z. Zuckerind. Cechoslov. Rep., 1930—1931, t. 55, s. 443

9. Devillers P., Boyer J., Cauredon R., Guerin M. S.: *Suc. Franc.* 1973, t. 114, s. 39
10. Devillers P., Chartier J. C.: *Suc. Franc.*, 1968
11. Dobrzycki J.: *Gaz. cukr.*, 1962, t. 64, s. 267
12. D'Orazi G.: *Ind. Sacc. Ital.*, 1960, t. 53, s. 195
13. Dupont O.: *Industr. alim. agr.*, 1965, t. 82, s. 721; *Int. Sugar. J.* 1966, t. 68, s. 323, 358
14. Espiard E.: *Industr. alim. agr.*, 1966, t. 83, s. 1157
15. Gaudfrin G.: *Pat. Bryt.* 1207 579
16. Hibbert D., Phillipson R. T.: *Int. Sugar J.*, 1966, t. 68, s. 39
17. Hidi P., Sutherland D. N.: *Int. Sugar J.*, 1966, t. 68, s. 293, 329
18. Lutton P.: *Industr. alim. agr.*, 1967, t. 84, s. 1029
19. Madsen R. F.: *Int. Sugar J.*, 1968, t. 70, s. 137, 176
20. Malaguzzi-Valeri G.: *Ind. Sacc. Ital.*, 1960, t. 53, s. 181
21. Nicholson R. I., Horsley M.: *Proc. 9th Cong. Int. Soc. Sugar Cane Technol.* 1956, t. 2, s. 271
22. Nicholson R. I., Hidi P., McIntyre G.: *Int. Sugar J.*, 1961, t. 63, s. 173, 201
23. Nowakowski B.: *Gaz. cukr.*, 1958, t. 60, s. 141
24. Ogłaza I.: *Gaz. cukr.*, 1965, t. 73, s. 55
25. Pinet Ch.: *Sucr. Belge*, 1967—68, t. 87, s. 769
26. Poiseuille J.: *Compte-rendu*, 1842, t. 15, s. 1167
27. Rosiński W.: *Gaz. cukr.*, 1936, t. 78, s. 91
28. Ruth B. F.: *Ind. Eng. Chem.*, 1933, t. 25, s. 76
29. Ruth B. F.: *Ind. Chem.*, 1935, t. 27, s. 708, 806; 1944, t. 36, s. 289; 1946, t. 38, s. 564
30. Schneider F.: *Zucker*, 1965, t. 18, s. 415
31. Silin M. P.: *Sacharn. promyszl.*, 1948, t. 22, nr 5, s. 17
32. Smoleński K., Werkenthin M.: *Gaz. cukr.* 1931, t. 68, s. 751, 1931, t. 69, s. 1
33. Smoleński K., Werkenthin M., Żero W.: *Gaz. cukr.*, 1937, t. 80, s. 36, 74
34. Sperry D. R.: *Ind. Eng. Chem.*, 1921, t. 16, s. 1163
35. Sperry D. R.: *Ind. Eng. Chem.*, 1944, t. 36, s. 323
36. Staszewska-Modzelewska B.: *Gaz. cukr.*, 1956, t. 58, s. 47
37. Sutherland D. N., Hidi P.: *Trans. Inst. Chem. Eng.*, 1966, t. 44, s. 122
38. Watters C. O. jr: *Tech. Papers 23rd Am. Meeting Sugar Ind. Technicians Inc.*, 1964, t. 23, s. 31
39. Wowk G. A., Buketowa L. P.: *Sacharn. promyszl.*, 1971, t. 45, nr 1, s. 69
40. Vukov K.: *Z. Zuckerind.*, 1958, t. 8, s. 14
41. Zagrodzki S., Alizadeh J., Zagrodzki S. M. jr: *Gaz. cukr.*, 1962, t. 64, s. 8
42. Zagrodzki S.: *Badania naukowe w polskim cukrownictwie, CINTI, Piszczeprom, Moskwa 1967*, s. 3
43. Zagrodzki S. M. jr: *Rozprawa doktorska*, Łódź 1967
44. Zagrodzki S. M. jr; Ludwicki M.: *III Sesja Naukowa Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, Łódź 1972*, s. 29
45. Zagrodzki S. M. jr: *Zucker*, 1972, t. 25, s. 778
46. Zambrowski W. A.: *Sacharn. Promyszl.*, 1968, t. 42, nr 1, s. 71
47. Zelikman I. F., Kolesnikow W. A.: *Izwest. Wysszych Uczeb. Zawed. Piszcz. Technol.*, 1965, t. 3, s. 47
48. Żero W.: *Gaz. cukr.*, 1946, t. 86, s. 198
49. Żura K. D.: *Sachrn. promyszl.* 1959, t. 33, nr 2, s. 27

C. M. Zagrodzki

ФИЛЬТРАЦИЯ СИРОПОВ И КЛЕРОВОК

Резюме

На основании ряда исследований было разработано устройство для фильтрации сахарных суспензий со значительной вязкостью. Фильтрующий элемент изготовлен в виде пучка стержней, а перегородка из ткани с небольшим сопротивлением фильтрации, на которую наложены вещества облегчающие фильтрацию. Во время исследований применялись различные виды кизельгура и целлюлоза. В результате была достигнута отличная прозрачность фильтрата. Средняя скорость фильтрации составляла 20 л/м²/мин. под давлением от 0,5 до 4,0 атм. Фильтрационная поверхность величиной 8 м² была достаточной для переработки 1000 т свеклы в случае сиропа 65 Вх.

Проблема удаления осадка в перегородки решена с помощью двух одновременно действующих факторов: вибрации фильтрующего элемента и противоточного течения прозрачного сатурационного сока через перегородку. С целью оптимизации процесса удаления осадка были проведены опыты, в результате которых были изменены амплитуда и частота вибрации.

Приближенный расход ткани в течение довольно продолжительной эксплуатации колеблется в пределах 0,5—0,3 м² на 1000 т свеклы. Система обслуживания не предусматривает стирки фильтрационной ткани, а лишь ее периодическую регенерацию кислотой внутри корпуса аппарата.

S. M. Zagrodzki

FILTRATION OF THICK JUICES AND RE-MELT SYRUP

Summary

On the basis of a series of experiments, a filtration apparatus for highly viscous sugar solutions has been developed.

The filter element is made in the form of a bunch of rods, and a cloth partition of a low filtration resistance, on which a substance facilitating filtration is placed. In the experiments various kinds of diatomaceous earth and cellulose were used. An excellent clarity of filtrate was obtained. Average filtration intensity was 20 l/m² per minute under the pressure of 0.5—4.0 atm. The filtration area of 8 m² was sufficient for processing 1000 tons of beets per 24 hs in case of thick juice of 65°Bx.

The problem of removing filter cake from the partition was solved by the simultaneous use of vibration of the filtration element and counter current flow of clear thin juice through the partition. In order to obtain maximal removal of sediments, tests were carried out, in which the amplitude and frequency of vibration were changed.

Approximate wear of the cloth during a prolonged use is within the limits of 0.5—0.3 m² per 1000 t of beets. The servicing system does not provide washing the filter cloth, but only periodic acid cleaning within the apparatus.