

Przegląd Papierniczy

Czasopismo poświęcone sprawom przemysłu papierniczego

Nr 3—4 (13—14)

ŁÓDŹ, 25 LUTEGO 1946 R.

ROK 2

DR. JADWIGA MARCHLEWSKA-SZRAJEROWA

Słoma jako surowiec dla przemysłu celulozowo-papierniczego

(Dokończenie)

Jeszcze Gross i Bevan stwierdzili, że wstępne traktowanie alkaliami surowców sprzyja dobremu przebiegowi chlorowania i zezwala na usuwanie na zimno chlorowanych inkrustów za pomocą rozcieńczonych alkaliów. Na tej zasadzie opracowany patent dostał w 1917 r. Waentig, niezależnie od będących w toku prac Cataldi — Pomilio. Podczas, gdy już w roku 1872, Menzies i Davies otrzymali angielski patent na zastosowanie chloru gazowego do otrzymywania celulozy ze zdrewniałych roślin, nie przewidzieli znaczenia wstępnego traktowania alkaliami i schlorowane inkrusty musieli usuwać na gorąco albo nawet pod ciśnieniem.

Metoda chlorowa rozwinęła się na skalę techniczną dzięki nieustannym pracom Pomilio, pierwsza fabryka powstała pod Neapolem w 1923 roku, w 1934 r. produkcja dzienna fabryk, pracujących wg. patentu Pomilio wynosiła:

rok	miejsce	surowiec	masa abs. suchej	ton rocznie
1934	Italia, Neapol	słoma		8800
1934	Argentyna, Juan Ortiz, Nosario	„		13200
1934	Chile, Puente Alto koło Santiago	„		17600
1937	Italia, Foggia	„		5540
1937	połud. Afryka, Johannesburg	„ pszena, drewno z drzew igl.		13200
	w budowie Chile			
	Puerto del Sauce	słoma zbożowa		3520
	Tremembe, Brazylia	„ ryżowa		8800
	Brazylia, Rio de Sul Grande	„ ryż i zboż.		8800
	Francja, Bordeaux	drewno z drzew igl.		7040
1937	Kenya	bambus		26400
	planowano budowę następujących fabryk:			
	Italia, Ferraro	słoma zboż. i ryż.		132000
	Jawa	osika, esparto i bambus		5550
	Candis	bambus		26400

Zasada pracy systemem Pomilio polega na:

A) pracach wstępnych i B) 3 procesach chemicznych.

A: Oczyszczanie słomy i przygotowanie sieczki;

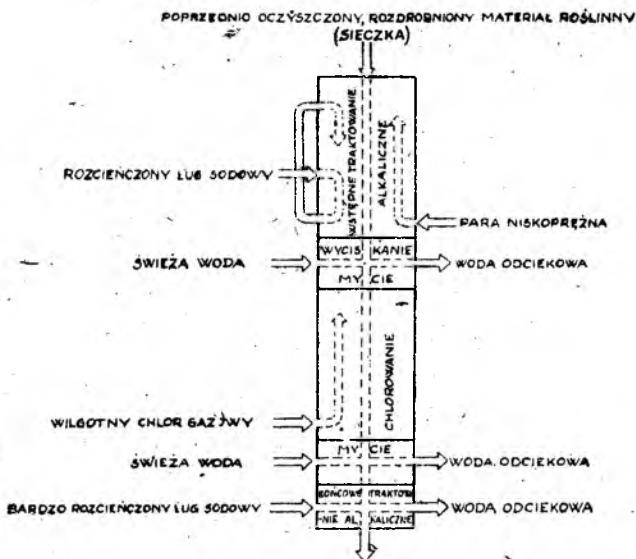
B: Wstępne traktowania alkaliczne w podwyższonej temperaturze, celem przygotowania włókien roślinnych dla skutecznego chlorowania.

2. Chlorowanie chlorem gazowym, celem przeprowadzenia inkrustów przez chlorowanie i utlenianie w połączenia rozpuszczalne w alkaliach.

3. Końcowe traktowanie alkaliami w zwykłej temperaturze celem rozpuszczenia chlorowanych lub utlenionych inkrustów włókien celulozy.

Z kolei może następować normalne bielienie podchlorynem. Masa otrzymana metodą chlorową z natury swej jest bielsza od mas otrzymywanych np. metodą siarczynową i daje się znacznie łatwiej i z mniejszym zużyciem chloru (podchlorynu) wybielić.

A) Oczyszczenie słomy i przygotowanie sieczki: racjonalne przygotowanie sieczki w dużej mierze decyduje o powodzeniu przebiegu procesu technologicznego. Najpierw trzeba słomę z grubsza oczyścić: otwiera się bele, usuwając drut i widłami



Rys. 4. 3 stopnie metody pracy wg. Pomilio.

bierze słomę i potrząsa ręcznie, wypadają wówczas kamienie, większa część piasku i chwastów. Następnie podaje się słomę do sieczkarni. Noże powinny być tak ustawione, by długość sieczki wynosiła 20 mm. Należy jednak pamiętać, że długość

kolanek w słomie ozimego żyta i pszenicy wynosi 6 — 8 mm. i należałoby sieczkę przygotować w tej długości, celem ułatwienia sortowania. Jak wiadomo w kolanekach znajdują się głównie komórki epidermiczne i parenchymatyczne, pierwsze zawierają krzemionkę, drugie są odporne na działanie chemikalii i dlatego należy możliwie odcinać kolanka, by je przy dalszym sortowaniu usunąć. Sieczka wędruje po powierzchni bębna magnetycznego, aby części drutu, kawałki gwoździ z podków itp. nieusunięte poprzednio usunąć na drodze magnetycznej. Z kolei, za pomocą ekshaustora dmucha się sieczkę do aparatów odkurzających, w których są wbudowane sita, stale czyszczone przez szczotki. Wentylator wysokiego ciśnienia odsysa przez sita mieszaninę powietrza i kurzu i pcha ją do komór pyłowych. Odkurzona sieczka przechodzi przez specjalne dezintegratory, które rozbijają zbitą sieczkę (mokra sieczka zbija się podczas cięcia w sieczkarni). Wreszcie sieczka przechodzi przez bębny oczyszczające, gdzie się ją uwalnia od reszty kurzu, ziarn, cząstek ziemi itd. W końcu sieczka dociera do wialni, gdzie uwalnia się ją od ciał o ciężarze właściwym większym, np. ziarn, kłosów (bardzo ważne ze względu na dużą zawartość komórek epidermicznych w kłosach) i części kolanek. W powyższy sposób oczyszczoną i przesortowaną sieczkę podają transportery ślimakowe lub dmuchacze do silosów, by stamtąd drogą pneumatyczną doszły do warzelni.

B) 1. Wstępne traktowanie alkaliami polega na gotowaniu sieczki przez 2 godz. w temp. 95 — 100° C z 1% -wym roztworem NaOH przy stężeniu włókna 7,5%.

W Rossario traktowanie alkaliami stosowano w sposób przerywany w 5-cio cylindrycznych kotłach. W Santiago w nowszych fabrykach masa wędruje samodzielnie, opadając dzięki swojej ciężkości przez 2 umieszczone pod sobą, cylindryczne żelazne wieże, przez które przepływa do dołu, w odwrotnym kierunku ług, ogrzany bezpośrednio parą. Przy czym pierwszą wieżę zasila się wodą odciekową po myciu, po traktowaniu alkaliami, drugą natomiast ługiem świeżym, tak że zapewnia się bezstratne zużycie i najdłuższe działanie ługu na włókno. Następuje mycie i odwadnianie masy w sposób ciągły.

2. Masę o stężeniu 20 — 25% chloruje się przez 2 godziny w temp. 20 — 40° C. Wieże do chlorowania z betonu pracują również na zasadzie przeciwprądu: włókna spadają w wieżach z góry na dół, gdy natomiast gaz wędruje z dołu do góry, przy czym w wieżach musi panować pewne podciśnienie, zapobiegające każdej możliwości uchodzenia gazu.

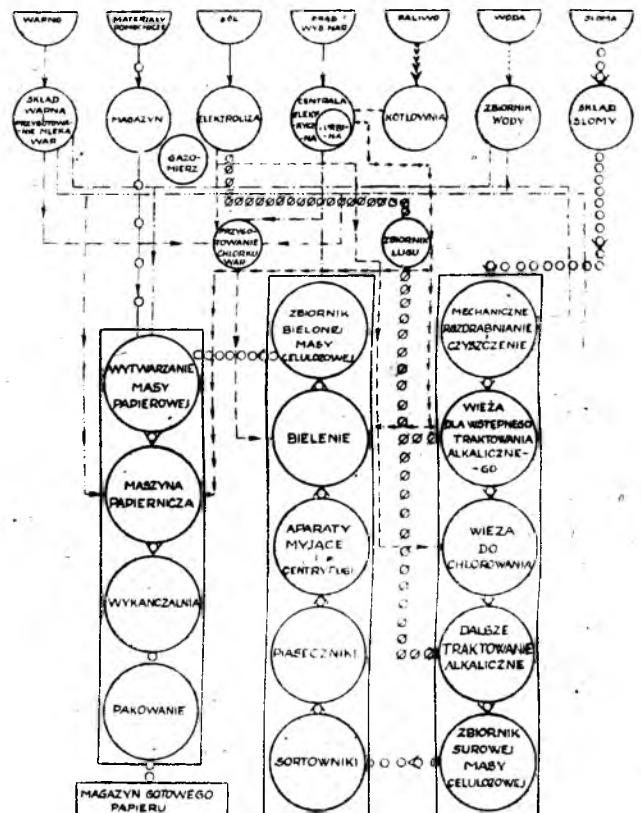
Wieże opróżnia się z włókien samoczynnie do zamkniętych komór, w których reszta chloru zostaje zaadsorbowana przez włókna i gdzie wymywa się i odkwasza schlorowane włókna.

3. Z wieży odprowadza się masę do niżej położonych aparatów myjących, w których następuje rozpuszczenie schlorowanych inkraustów roztworzoną wodą sodową. Czas końcowego traktowania wynosi 1 godzinę, stężenie masy 3%, temperatura 15 — 20° C. stężenie ługu 0,8 — 1%.

Masę się dokładnie wymywa i ewentualnie przerabia jako niebieloną na papier, albo bieli podchlorynem w sposób ciągły i otrzymuje masę bieloną papierniczą. Wadą metody Pomilio jest to, że dotychczas odpadki chemikaliów jak i ługi odciekowe i inkrusty nie są regenerowane, ani przeziabiane.

Dotychczas wszystkie fabryki, pracujące metodą Pomilio, same przygotowywały chlor i NaOH, niektóre biela podchlorynem sodowym, innym opłaca się lepiej sprzedawać NaOH, a sprowadzać wapno i wyrabiać podchloryn wapna.

Elektroclizę prowadzą w elektrolizerach Gior-dano - Pomilio. Elektrolizer pracuje z pionową diafragmą azbestową, anody są ze sztucznego grafitu, czas ich życia wynosi 12 do 18 miesięcy i wykazują średnie zużycie 0,5 — 0,6 kg na 100 kg wytworzonego NaOH.



Rys. 5. Schemat metody chlorowej wg. Pomilio.

Dla otrzymania 88,9 kg chloru, 100 kg NaOH i okragło 2,5 m³ wodoru potrzebne jest 283 — 300 kWh.

Wg zapowiadań firmy budującej elektrolizery z 1937 r. wytwarzano w nich w sposób ciągły ług, zawierający 200 g NaOH i 80 g NaCl w litrze. Na ogół używano dotychczas elektrolizerów na natężenie prądu 3000 Amp., które dają w ciągu 24 godzin okragło 100 kg NaOH.

Fabryki masy celulozowej papierniczej, pracują z większym zużyciem chloru niż NaOH (w fabrykach mas uszlachetnionych zużycie Cl i NaOH się wyrównuje) i dlatego sprzedają NaOH jako ług o 38% Be i 50° Be, ponadto wyrabiają na sprzedaż podchloryn (zwykle wapnia) i HCl.

Np. fabryka w Rosario wytwarza dziennie ponad własne potrzeby (które przy dziennej produkcji 13,2 t — bezwzględnie suchej masy wynoszą 2,25 t NaOH i 3,75 t chloru) 6 — 7 t roztworu NaOH, 2 — 3 t podchlorynu wapnia i 2 — t HCl.

Ług przeznaczony do otrzymywania masy celulozowej odparowuje się celem wydzielenia NaCl, przy czym otrzymaną parę można zużyć do podgrzewania ługu do wstępnego traktowania. Sól usuwa się jeszcze i z tego powodu, że jakoby zawartość soli obniża nieco siłę roztwarzania ługu. Do produkcji metodą Pomilio potrzeba jak wiadomo, następujących surowców: słomy, chloru i NaOH, jako materiałów pomocniczych wody i węgla, ponadto energii elektrycznej i pary. Dla porównania podaje w tablicy 6 zużycie surowców i energii na 100 kg masy celulozowej białej, bezwzględnie suchej, otrzymanej różnymi metodami.

TABLICA 7

	Metoda chlorowa.		Metoda siarczynowa	
	masa słomowa biel.		masa świerkowa bielona	
	papiernicza		papieraicza	wiskczowa
węgiel	88,25 kg		90 kg	95 kg
energie el.	125 kWh		43,5 kWh	48 kWh
para	170 kg		380 kg	400 kg
woda	15	— 30 m ³	43 m ³	50 m ³
słoma				
pszeniczna	276 kg		—	—
drewno	—		235 kg	280 kg
NaCl	55,6 kg		—	—
siarka	—		18 kg	14 kg
chlor	28,4 kg		2,7 kg	3,5 kg
chlor z chlorku				
wapnia	2,3 — 3 — 4 kg		1,8 kg	2,0 kg
HCl	—		—	1,4

Jak widać z zestawienia ilość energii elektrycznej zużywanej przez obie metody różni się blisko 300%. Wynika to z tego, że fabryki pracujące metodą chlorową zużywają energię elektryczną do prowadzenia elektrolizy. Gospodarką energetyczną w południowo-amerykańskich fabrykach wygląda jak następuje:

Prąd dla elektrolizy pobiera się z wielkich elektrowni i transformuje się w fabryce, podczas gdy prąd dla potrzeb innych wytwarza się w miejscowych turbinach parowych, a parę odlotową zużywa się do odparowywania NaOH i otrzymywania temperatury potrzebnej w procesie technologicznym. Chociaż tanie wytwarzanie energii elektrycznej należy uważać za zasadniczy warunek dla rentowności metody chlorowej, to jednak wskutek możliwości dogodnego wykorzystania pary odlotowej w fabryce, wytwarzanie całej potrzebnej energii elektrycznej we własnej siłowni cieplnej leży zupełnie w granicach rentowności.

W Ameryce Południowej wytwórnie masy celulozowej ze słomy metodą Pomilio są bezpośrednio związane z papierniami, masy odwadnia się tylko w pewnym stopniu, odpadają więc koszty suszenia, transportu i ponownego rozdrabniania.

Zużycie energii dla produkcji papieru wynosi tam okrągło 0,4 — 0,5 kWh na 1 kg papieru, gdy

w papierni przerabiającej suchą masę celulozową świerkową wynosi ono ok. 0,7 kWh na 1 kg papieru.

3. Otrzymywanie pół-masy celulozowej ze słomy.

Patent U. Pomilio i G. Consiglio¹⁹⁾ opiewa na metodę wytwarzania półmasy celulozowej z różnych gatunków słomy, względnie roślin jednorocznych z większą samozerwalnością, aniżeli zwykłe masy celulozowe słomowe i z większą wydajnością. Półmasy są łatwobielne. Metoda polega na krótkim, niecałkowitym chlorowaniu włókien roślin jednorocznych, poprzednio jak zawsze rozdrobnionych i traktowanych wstępnie rozcieńczonym NaCH lub wodą na ciepło.

Uwględnia się doświadczalnie wyśrodkowany fakt, że szybkość chlorowania słomy w każdym momencie procesu chlorowania jest odwrotnie proporcjonalna do czasu chlorowania. Ilości chloru pobrane w pierwszym okresie chlorowania w jednostce czasu są bardzo duże i potem szybko opadają do małych wartości. Ta technicznie dość dogodna, okoliczność zezwala więc na otrzymywanie równomiernej półroztworowej masy. Po odpowiednim traktowaniu dalszym (alkalizowaniu) otrzymuje się łatwobielną półmasę celulozową. Zastosowanie jej do wytwarzania papieru gazetowego z dodatkiem lub bez miazgi drzewnej autorzy również opatentowali.

W tej uproszczonej metodzie zużycie chloru waha się od 20,4 do 25%, zużycie NaOH od 14 do 20,4%, przy wydajnościach od 46,6 — 52,8% absolutnie suchej masy. Papier gazetowy w składzie 80% tak otrzymanej masy słomowej i 20% miazgi drzewnej topolowej, o gramaturze 48 — 50 g/m² wykazywał dla paska 180 × 15 mm następujące wartości wytrzymałościowe:

obciążenie zrywające	1,96 kg
samozerwalność	2413 —
wydłużenie	2,16 %
liczba podwójnego zginania	14

W porównaniu z papierem gazetowym z masy celulozowej z drewna o długim włóknie i miazgi drzewnej z topoli, papier słomowy posiada większe przezrocze, dlatego pada potrzeba dodawania większej ilości obciążaczy. Natomiast prawie zbędne jest dodawanie środków klejących, gdyż przy wytwarzaniu półmasy składniki klejące nie zostały zniszczone i działają zaklejająco.

Jak przedstawiałaby się sprawa przeróbki masy słomowej w Polsce?

Przed 1939 r. nie było w Polsce ani jednej fabryki przerabiającej słomę jakąkolwiek metodą Wiertelak²⁰⁾ podaje według Małego Rocznika Statystycznego z 1938 roku, że plony słomy zbożowej wyniosły w 1937 r. około 17,300,000 ton, licząc wydajność techniczną 38%, przewidywał zbiór roczny masy celulozowej na 6,574,000 ton. Wiertelak pisze dalej: przetwarzanie słomy zbóż, acz wielce pociągające ze względu na jednoroczny okres wegetacji tych roślin, jest u nas ze względu na zapotrzebowanie w rolnictwie oraz na otrzymanie jej, rozrzucone po całym kraju, kosztowne i uciążliwe. Dzisiaj sytuacja się radykaalnie zmieniła: zapotrzebowanie słomy w rolnictwie wobec przeprowadzonej reformy rolnej powinno wraz ze wzrostem indywidualnej chłopskiej gospodarki hodowlanej

wzrosnąć. Słoma będzie jeszcze bardziej rozrzucana w małych ilościach po kraju i kwestia prasowania słomy, jej transportu jeszcze bardziej się komplikuje. Sprawę hodowli i dostawy słomy dla fabryki, należałoby zatem ująć premiowo, podobnie jak sprawę hodowli i dostawy liści tytoniowych dla Monopolu Tytoniowego. Z drugiej strony sprawa dotychczasowego głównego surowca przemysłu celulozowego - papierniczego świerku, nie da się jeszcze ująć liczbowo: po pierwsze wobec ubytku obszarów lasów świerkowych na wschód od Bugu i w Karpatach, a przybytku świerczyny na postulowanych terenach, po drugie z powodu niedostępnych jeszcze ocen wyciętu i przyrostu świerczyny w latach wojny na dawnych i postulowanych terenach, po trzecie sprawa gospodarki świerkiem nie jest jeszcze ustalona; przed 1939 rokiem gospodarowano rabunkowo, eksploatowano świerk jako materiał opałowy i budulcowy, eksportowano jako papierówkę, zamiast przerabiać go na masę celulozową, którą można było ewentualnie eksportować, celem wymiany na wysoko gatunkowe, nie wyrabiane u nas, ze względów rentowności i technicznych, papiery i masy celulozowe. Należy więc w nowych warunkach gruntownie rozważyć sprawę innych surowców, a więc i słomy. Przy przerobieniu słomy pierwszą trudnością, omówiłam powyżej. Gdy zapewni się dostawę surowca słomę, to należy się zastanowić, jaką metodą ją roztwarzać. Jeśli chodzi o miazgę słomową, to bodaj najrentowniejsza, jest metoda ługowania na zimno NaOH. Miazga byłaby cennym surowcem dla tekturowni, którą zresztą powinna znajdować się przy wytwórni miazgi, aby transport słomy skompensować bezpośrednim zużyciem miazgi na miejscu.

2. Jeśli chodzi o wyższy gatunek, to należałoby rozważyć produkcję półmasy wg Pomilio, tylko należy uwzględnić przy kalkulacji te same zastrzeżenia odnośnie gospodarki energetycznej co przy produkcji masy słomowej, metodą Pomilio.

3. Utrzymywanie masy celulozowej słomowej: masę celulozową w naszych fabrykach wobec złoża soli należałoby roztwarzać metodą chlorową, ponieważ metoda siarczynowa nie daje jeszcze dobrych wyników. Jedyna zaś fabryka masy celulozowej sodowej powinna się rozwijać wyłącznie w kierunku wykorzystania sosny. Fabryka musi stanąć w okręgu rolniczym przy papierni, by w myśl przytoczonego przykładu jak najekonomiczniej gospodarować energią. Przy metodzie chlorowej, jako dalsze surowce są potrzebne NaOH, chlor i ewentualnie podchloryn. Normalnie wytwórnie masy celulozowej metodą Pomilio prowadzą elektrolizę soli kuchennej we własnych zakładach energii elektrycznej. Możliwe, że fabryki w Żabkowicach i Mościcach, mogłyby pokryć zapotrzebowanie NaOH i Cl (podchloryn w warznanoby na miejscu) średniej wielkości fabryki masy słomowej. Niemniej jednak należy rozważyć warunki rentowności fabryki, która wytwarzała same NaOH i chlor. Rentowność takiej fabryki podnieśli się, jeśli będzie miała bliski rynek zbytu dla wytwarzanego w nadmiarze NaOH, podchlorynu (wapnia lub sodu) i HCl. Poważnym odbiorcą na wszystkie trzy produkty byłaby duża fabryka ma-

sy celulozowej na sztuczne włókna (masy wiskozowej), a jeszcze lepsza fabryka mas uszlachetnionych, produkując surowiec dla benzylo-, acetylo- i nitrocelulozy. W Polsce bielono dotychczas na skalę fabryczną podchlorynem wapniowym, a to ze względu na cenę chloru wapnia i brak produkcji mas uszlachetnionych. Natomiast z badań własnych w laboratorium Doświadczalnym Włocławskiej Fabryki Celulozy i Papieru, jak i z literatury²¹⁾ wiadomo mi, że bielenie podchlorynem sodowym daje masy bardziej pulchne i zawierające znacznie mniej popiołu, a przede wszystkim CaO, tak bardzo szkodliwego dla przemysłu sztucznego włókien. Jak wiadomo przeprowadzone były również próby roztwarzania drewna świerkowego jednonazadowym siarczynem sodowym. Otrzymywano masy o znacznie lepszych własnościach koloidowochemicznych i chemicznych. Mając tani NaOH na miejscu fabryka siarczynowa mogłaby podjąć produkcję mas uszlachetnionych, czy też wyższego niż dotychczas gatunku masy do przeróbki na sztuczne włókno.

Wreszcie fabryka mas na sztuczne włókna, pracująca przy pomocy jednozasadowego siarczynu wapniowego i podchlorynu wapnia byłaby odbiorcą na kwas solny, ponieważ jak wiadomo, używa się HCl celem rozpuszczania CaO zaabsorbowanego na włóknie i obniżenia popiołu. Gdyby fabrykę masy słomowej metodą chlorową związać z fabryką siarczynową masy bielonej, to wspólny oddział elektrolizy mógłby wytwarzać chlor i dla 1-go stopnia bielenia masy świerkowej.

Taniość produktów elektrolizy zależy w głównej mierze od ceny energii elektrycznej. Przed 1939 rokiem, wobec słabej elektryfikacji kraju, pokrycie zapotrzebowania energii elektrycznej sprowadzało się przeważnie do budowy własnej siłowni. Dzisiaj, wobec szerokich planów elektryfikacyjnych rentowność elektrolizy powinna się podnieść.

Gdyby na przykład rozważać zwiążanie mającej powstać fabryki masy słomowej metodą Pomilio z fabryką masy celulozowej świerkowej, papierniczej i wiskozowej i papierniami Włocławskiej Fabryki Celulozy i Papieru, to warunki byłyby następujące:

1. Surowiec — słomy możnaby zapewnić z okręgu rolniczego Kujaw i Mazowsza, (przy czym należałoby uwzględnić spław barkami Wisłą).
2. Surowiec pomocniczy — sól jest w pobliżu w Inowrocławiu lub Ciechożinku (transport kolejowy lub wodny).
3. Energię elektryczną możnaby w przypadku postawienia elektrolizy pobierać z siłowni Włocławskiej Fabryki Celulozy i Papieru po rozbudowaniu kotłowni i naprawie turbiny na 8000 kW lub z sieci 30 kV po wykończeniu elektrowni w Koninie na węgiel brunatny.

Ewentualnie z elektrowni w Łodzi poprzez sieć 100 kV, sięgającej obecnie z Łodzi do Gołębiowa, na dalszych 60 km do Włocławka są przeprowadzone wstępne prace.

4. Produkty elektrolizy znajdują również zastosowanie w miejscowej Fabryce masy celulozowej siarczynowej.
5. Produkt — masa celulozowa może być używana przez papiernię Włocławskiej Fabryki Celulozy i Papieru, znajdujące się na miejscu, przez co w dużej mierze odpadłoby suszenie masy celulozowej i dalszy transport.

Laboratorium Doświadczalne
Włocławskiej Fabryki Celulozy i Papieru
we wrześniu 1945 r.

Inż. KAZIMIERZ KUTARBA

Dyrektor Naczelny Opolskiego Zjednoczenia
Przemysłu Celulozowo-Papierniczego

Suszenie celulozy i papieru

Przebieg procesu suszenia

Proces odwadniania celulozy i papieru zaczyna się przy rozcieńczeniu masy aż do 1:400 i musi być doprowadzony do stanu zupełnego wysuszenia, w którym towar idzie na sprzedaż. Należy odróżnić zgęszczanie i odprowadzanie wody do punktu, w którym przy pomocy środków mechanicznych nie można już wody wycisnąć i wtedy to zaczyna się suszenie w ścisłym tego słowa znaczeniu, przy którym za pomocą odparowywania odprowadza się wodę z materiału.

Odprowadzanie wody przy pomocy środków mechanicznych (odciąganie wody przy pomocy siły ciężkości, ssania, prasowania) jest w ogóle o wiele tańsze jak odparowywanie pozostałej wody i dlatego dąży się do mechanicznego odprowadzenia wody w mokrej części produkcji papieru względnie celulozy do takich granic, na jakie zezwalają własności koloidalne materiału. Stan wysuszenia, w jakim materiał wchodzi w suchą część produkcji, odgrywa decydującą rolę dla wielkości tej części oraz zużycia pary. Celem usprawnienia środków mechanicznych z jednej strony, z drugiej w dążności do doprowadzenia materiału w stanie możliwie suchym do części suchej produkcji stosuje się także w części mokrej środki cieplne. Przy pomocy pary cdlotowej podgrzewa się materiał przed jego dojściem do sit (przy materiale, który po mieleniu jest kleisty) do temperatury 40° C, na sita wtryskuje się gorącą wodę, wreszcie w budowie się przed ostatnią prasą podgrzewacz cylindrów. Można również papier i celulozę podgrzewać elektrycznymi grzejnikami odbłyskowymi Danningera.

Z badań przeprowadzonych przez F. Lassberg'a wynika, że podgrzewanie wody z 15 — 20° do 40° C zmniejsza lepkość (wiskoze) wody o 42%; nagrzewanie do 60° C — zmniejsza lepkość do 59%; wyższe podgrzewanie wody wpływa tylko nieznacznie na dalsze zmniejszenie się lepkości wody. Oprócz lepkości wody odciekanie tejże zależy także i od właściwości włókien z których wyrabia się papier, od charakteru zmielenia masy i od jej koncentracji.

Wszystkie te zabiegi mają na celu uzyskanie przy pomocy wyższych temperatur masy rzadszej tak, by woda na sitach łatwiej odchodziła i przy pomocy ssania i tłoczenia mogła być usunięta.

WYKAZ LITERATURY

- 18) z odczytu G. Consiglio, na 13 kongresie chemii przemysłowej wrzesień 1933.
D. R. P. 499200 (1927).
- 19) M. Pomillio, G. Consiglio, Ital. Pat. 258518 (1927)
- 20) J. Wiertelak, Przegląd Chemiczny 3, 298 (1939).
- 21) F. Opfermann u. E. Hochberger, Technik und Praxis der Papierfabrikation III Die Bleiche des Zellstoffs 189, 1935.

Usuwanie reszty wody przez odparowywanie

Omówimy tu tylko suszenie w ścisłym tego słowa znaczeniu, więc usuwanie pozostałej wody przez odparowywanie. Odróżnia się:

- 1) Suszenie w powietrzu (tektura),
- 2) Suszenie cylindrowe (papier, celuloza, tektura),
- 3) Suszenie powietrzem ciepłym w zamkniętych aparatach:
 - a) w arkuszach (tektura),
 - b) w taśmie,
- 4) Suszenie próżniowe na cylindrach w komorach próżniowych (celuloza, papier).

Przy procesie wg. poz. 1, 2 i 3 woda wyparowana zostaje pochłonięta przez powietrze, w pozycji 4 — powietrze nie odgrywa roli; to jest zasadnicza różnica między tymi procesami. Wszystkie przytoczone sposoby suszenia są dzisiaj w użyciu; największe zastosowanie ma i dzisiaj jeszcze jeszcze suszenie cylindrowe.

Ilości wody wyparowane przy suszeniu zależne są głównie od stanu suchości materiału przy wkraczaniu w suszącą się część produkcji; stan suchości przy wyjściu (dla celulozy 88%, dla papieru około 95%) nie odgrywa takiej roli.

Stan suchości przy wkraczaniu w część suchą zależny jest częściowo od rodzaju materiału, od budowy maszyny. Wartość graniczna absolutnego stanu suchości będzie wynosiła około 27% dla wyrobu z mas tłusto-gęstych i 50% dla celulozy. Dla papieru gazetowego, odgrywającego dużą rolę z powodu produkcji masowej, wartość ta leży między 32 a 35%. Ilości wody odparowanej dochodzą, zwłaszcza przy dużych wartościach produkcji, do pokaźnej cyfry. Fabryka celulozy o produkcji dziennej 120 ton suchej celulozy musi z tej celulozy odparować dziennie 160 ton wody. Ponieważ jednak w Ameryce i Finlandii są fabryki produkujące dziennie ok. 360 ton celulozy muszą one dziennie odparować ok. 480 t. wody. Papiernia produkująca dziennie 140 t. papieru gazetowego musi odparować w tym czasie 250 t. wody. W Ameryce pracują fabryki papieru gazetowego produkcji dziennej ok. 700 t., co odpowiada ilości wody do odparowania 1300 t. Liczby te dają pogląd o absolutnej ilości wody odparowanej.

Ilość wody do odparowania oblicza się ze wzorów:

$$W \left(\frac{100}{A_1} - \frac{100}{A_2} \right) \text{ kg wody na 1 kg towaru suchego}$$

gdzie A_1 — oznacza zawartość % wody przy wejściu do części suchej produkcji

A_2 — zawartość wody przy opuszczaniu części suchej względnie:

$$W = \frac{T_e - T_a}{T_a} \text{ kg wody na 1 kg papieru}$$

gdzie T_a — oznacza zawartość początkową masy suchej w %.

T_e — oznacza zawartość końcową masy suchej w %.

Okazało się, że stopień odwodnienia ma wielki wpływ na zapotrzebowanie ciepła, ponieważ stwierdzono, że podniesienie zawartości masy suchej o 1% przed wejściem do partii suchej, — odpowiada zmniejszeniu ilości wody odparowanej o 0,09 kg. na 1 kg. papieru.

Zużycie pary do odparowania 1 kg. wody z taśmy celulozy lub papieru wynosi 1,3 do 1,4 kg. pary o nadciśnieniu 2 at. Dochodzą do tego dodatki zależnie od okoliczności następujących:

- 1) czy używa się filców do suszenia, które odparowaną wodę częściowo zbierają, a z których musi się wodę znowu odparować,
- 2) czy się powietrze dla części suchej podgrzewa parą,
- 3) lub wreszcie czy stosuje się dla uniknięcia skraplania się wody na sułicie ogrzewanie tegoż (system dzisiaj naogół mniej zalecany).

Zużycie pary dla osuszenia 1 kg. celulozy lub papieru nie da się oznaczyć jedną liczbą, ponieważ początkowy stan suchości, który ma główny wpływ na zużycie pary, ulega silnym wahaniom. Waha się więc to zużycie dla osuszenia 1 kg. celulozy lub papieru — zależnie od rodzaju materiału, w granicach 2,0 do 4,5 kg.

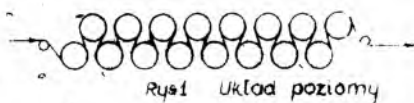
Suszenie na powietrzu.

Suszenie to sięga czasów pierwotnych fabrykacji papieru, gdy część sucha instalacji nie była jeszcze używana. Arkusze papieru kładziono na trawniku lub w razie deszczu w wysokich śpichrzach ówczesnych młynów papierniczych. Suszenie na powietrzu utrzymało się gdzieś do dziś dla papierów wysokowartościowych, które wykłada się do suszenia na trawniku. Suszenie to gwarantuje najwyższą wytrzymałość papieru, nie da się jednak stosować przy masowej produkcji.

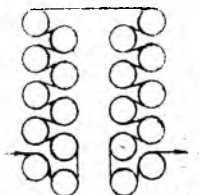
Suszenie cylindrowe.

Najczęściej używane jest suszenie cylindrowe i to zarówno dla papieru jak i dla celulozy, kartonu i tektury. Zasada polega na tym, że papier prowadzi się po cylindrach ogrzewanych wewnątrz parą (ciśnienie 1 — 2 atm. parą odlotową lub pobraną). Wielkość cylindrów określa się przyjmując średnio odparowanie 5 — 7 kg. na 1 m² i godz. — albo uwzględniając, że papier składa się z 2/3

części obwodu wynoszącym 2/3 całkowitej powierzchni przyjmujemy 7,5 — 10,5 kg. na 1 m² i godz. Cylindry te ustawione są wolno w hali. Najczęściej stosuje się układ poziomy cylindrów i to jedno-, dwu- (normalny) i trzypiętrowy (rys. 1).



Rys. 1 Układ poziomy



Rys. 2 Układ pionowy

Rys. 1, 2 Schemat dwartej części cylindrów suszących maszyny papierniczej

Układ ostatni jest dyktowany koniecznością, w wypadkach gdy dla piętrowego układu brak powierzchni. Dla zaoszczędzenia powierzchni buduje się również urządzenia na układzie pionowym, przy którym 6 — 8 cylindrów umieszczonych jest w konstrukcji pionowo (rys. 2).

Te układy pionowe stosuje się przeważnie w Ameryce ze względu na dużą produkcję; zdarzają się tam układy do suszenia o 150 i więcej cylindrach.

Przy otwartych układach suszenia zdarzają się znowu takie z jednym wielkim cylindrem o średnicy zewnętrznej do 5 m. stosowane głównie dla produkcji bibuły, albo też inne z 50 — 60 cylindrami o średnicy 1,25 — 1,50 m. i szerokości papieru do 7 m. Są to ogromne maszyny do wyrobu papieru gazetowego i do suszenia celulozy. Między tymi dwoma wykonaniami granicznymi leży cały szereg rozwiązań z różną ilością cylindrów, różną szerokością taśmy i najrozmaitszym układem cylindrów rozmaitych średnic, uwarunkowany rodzajem papieru czy tektury.

Te układy otwarte cylindrów pracują w maszynach do produkcji papieru z filcami do suszenia, przy maszynach do suszenia celulozy i tektury maszynowej bez filców. Filc do suszenia służy do tego, by papier przyciskać równomiernie do cylindra. Przez wodę, którą wchłania filc staje się mokry i musi być znowu suszony na cylindrach, suszarkach filcu, umieszczonych nad lub pod właściwymi suszarkami papieru.

By móc używać pary o jaknajniższym ciśnieniu dąży się do budowy cylindrów o jak największych średnicach. Przy nowoczesnych maszynach papierniczych dochodzi się dzisiaj do stosowania pary przegrzanej o ciśnieniu 0,7 — 1 atn., dzięki czemu otrzymuje się w maszynach napędowych — głównie turbinach parowych — znacznie lepszą sprawność cieplną niż przy stosowaniu pary o ciśnieniu 2 atn. Ogrzewanie elektryczne cylindrów nie znalazło z rozmaitych przyczyn zastosowania. Dla suszenia grubych filców wymaga się dla podgrzania cylindrów do suszenia ich pary o wyższym ciśnieniu