

Przegląd Papierniczy

Czasopismo poświęcone sprawom przemysłu papierniczego

Nr 5—6 (15—16)

ŁÓDŹ, 25 MARCA 1946 R.

ROK 2

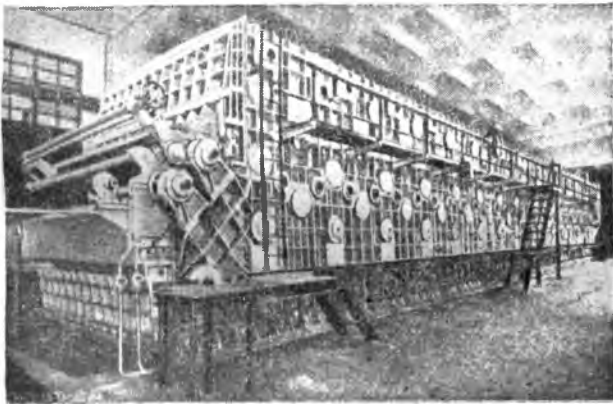
Inż. KAZIMIERZ KUTARBA
Dyrektor Naczelny Opolskiego Zjednoczenia
Przemysłu Celulozowo-Papierniczego

Suszenie celulozy i papieru

(Dokończenie)

Urządzenia do suszenia w próżni stosowane są w Finlandii do suszenia celulozy, w Ameryce także i do papieru. Pogląd na rozmiary tych urządzeń daje komora fińskiej fabryki celulozy, w której na dobę suszy się 240 t. celulozy. Komora ta ma w świetle 50 metrów długo-

trzenia części suchych instalacji. Dawniej wyciągano poprostu powstałą mieszanekę powietrza z parą przy pomocy odwietrzników. Później zaczęto stosować przewody wentylacyjne nad urządzeniami do suszenia o dużych rozmiarach (odwietrzanie Schreidera), często połączone z innymi kanałami blaszanymi doprowadzającymi świeże powietrze, na czym traciła przejrzystość konstrukcyjna urządzenia. Dopiero z pojawieniem się w 1921 r. nawietrzania pod wysokim ciśnieniem systemu Grewinscha zaczęto stosować zmechanizowane doprowadzenie powietrza. Przewodami o małej średnicy wdmuchuje się podgrzane powietrze pod ciśnieniem na zmianę to z jednej to z drugiej strony między cylindry. Urządzenie to znalazło zastosowanie z dobrym wynikiem w więcej jak 200 urządzeniach do suszenia. Powietrze podgrzewa się najczęściej ciepłem kondensatu z cylindrów.

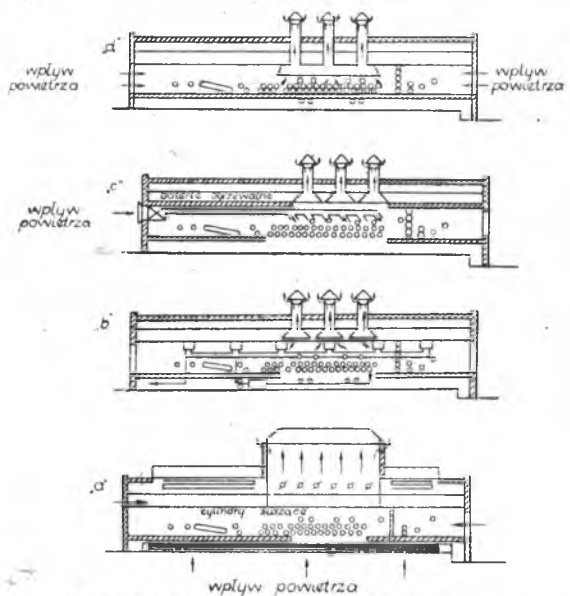


Rys. 10. Suszarnia próżniowa pewnej fińskiej fabryki papieru, do suszenia 240 t. celulozy sodowej dziennie. Długość kom. próżn. 50 m, wys. w świetle 4 m, szer. w świetle 4 m. Wkomorze próżniowej umieszczono 48 cylindrów suszących o średnicy 1,5 m i szer. użyt. 3,8 m, w dwupiętrowym urządzeniu. Podciśnienie 0,07 atm.

ści, 4 m. wysokości i 4 m. szerokości; w komorze znajduje się 48 cylindrów o średnicy 1,5 m. o szerokości użytkowej 3,8 m. Podciśnienie wynosi 0,07 at. Ściany komory wzmocnione są żebrami dla wytrzymania ciśnienia zewnętrznego. Kondensator powierzchniowy stoi pod komorą — rys. 10.

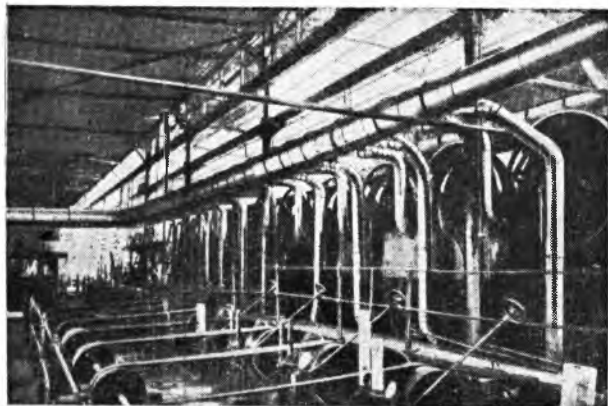
Na- i odwietrzanie

Przy wszystkich urządzeniach do suszenia zarówno cylindrowych, jak i przy pomocy ciepłego powietrza, za wyjątkiem jedynie suszarek próżniowych, mało jeszcze będących w użyciu, odgrywa powietrze dużą rolę. Para wyparowana z papieru, względnie celulozy, musi być wchłonięta i odprowadzona przez powietrze. Dość późno zwrócono uwagę na ważność dobrego na- i odwie-

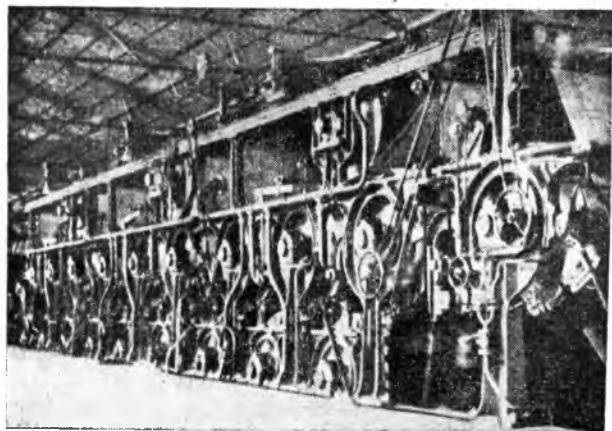


Rys. 11 a, b, c, d Schematy wentylacji maszyn papierniczych

Rys. 11a, b, c, d i rys. 12 i 12a wskazują różne rozwiązania wentylacji partii suszącej maszyn papierniczych.



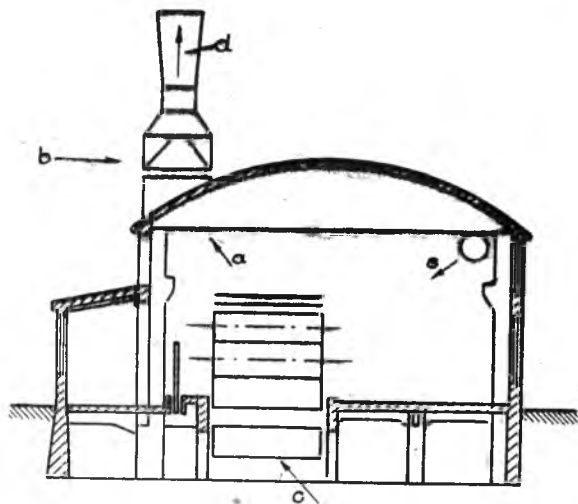
Rys. 12. Urządzenie do wentylacji części suchej za pomocą ogrzanego powietrza.



Rys. 12a. Urządzenia do wentylacji wysoko-ciśnieniowej Grewinscha.

Urządzenie do odzyskiwania ciepła.

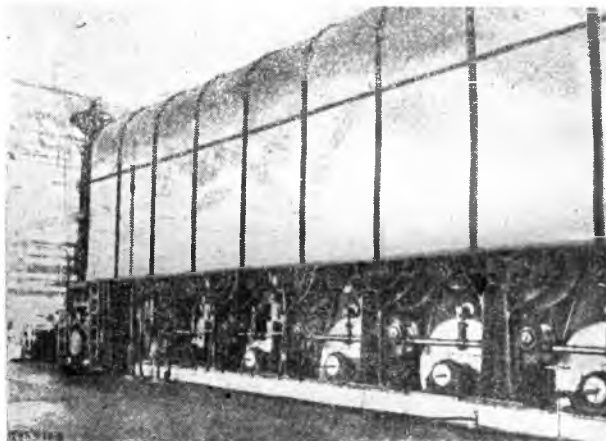
Dopiero z czasem przekonano się jakie ilości ciepła zawiera powietrze opuszczające urządzenia do suszenia. W roku 1921 zaczęli Szwedzi sto-



Rys. 13. Urządzenie do wykorzystania ciepła odpadowego maszyny papierniczej do papieru gazetowego.

Opary „a” wznoszą się od partii suszącej do stojącego na dachu wymiennika ciepła. Ciepło oparów zostaje zużyte do podgrzewania zimnego powietrza „b” a ogrzane świeże powietrze „c” zostaje wdmuchiwane do hali maszyny papierniczej. Ochłodzone opary „d” uchodzą przez komin do atmosfery.

sować urządzenia do użytkowania ciepła powietrza odlotowego. Od tego czasu powstały duże instalacje tego typu przeważnie w Ameryce i w krajach o niskiej średniej temperaturze (Skandynawia, Finlandia), ostatnio także w Europie środkowej. Instalacje ustawia się nad urządzeniami do suszenia, a z powodu ich rozmiarów często na dachach papierni (rys. 13). Ciepło powietrza odlotowego przenosi się w tych urządzeniach na powietrze świeże, które wdmuchuje się częściowo pod instalacje do suszenia, częściowo także pod sufit hali, by upiknąć w ten sposób nieprzyjemnego skraplania się pary. Powietrza ciepłego starczy zwykle jeszcze by ogrzać pomieszczenia fabryczne. Ochłodzone powietrze wydymuchuje się kominami blaszanymi. Coraz więcej stosuje się też nakrywanie instalacji do suszenia pokrywami oddzielając je od pozostałej części hali chroniąc ją od wilgoci; uzyskuje się też przez to zmniejszenie zużycia powietrza i ułatwia ujęcie powietrza odlotowego. Pokrywy te wykonuje się częściowo ze szkła (rys. 14). Ilość ciepła potrzebna do odprowadzania wytworzonej pary zależy



Rys. 14. Maszyna papiernicza do papieru gazetowego z pokrywą nad częścią suszącą, przez co hala maszyn jest ochroniona od wilgoci.

od względnego stopnia nasycenia powietrza przy wlocie do części suchej instalacji, następnie od względnego stopnia nasycenia powietrza odchodzącego nasyconego prądu. Przy temperaturze wejściowej powietrza 25° C. i względnym stopniu nasycenia powietrza świeżego 60% potrzeba około 30 kg. powietrza do wchłonięcia i odprowadzenia 1 kg. pary. Z tego wynika, że w wyżej przytoczonym przykładzie fabryki papy o dziennej produkcji 36. ton suchej celulozy (480 t. odparowanej wody) potrzeba tylko dla suszarek cylindrowych 14.000 ton powietrza, natomiast dla fabryki papieru gazetowego o dziennej produkcji 700 t. (1.300 t. wody odparowanej) potrzeba 39.000 t. powietrza. Widać z tego jaką rolę gra powietrze w papiernictwie. Jeśli się nie doprowadzi dostatecznej ilości powietrza instalacja do suszenia zapełni się wkrótce taką ilością mgły, że będzie nie do użycia. Celem odzyskania ciepła wprowadzonego przez powietrze odchodzące buduje się wyżej wspomniane urządzenia do kondensowania pary zawartej w powietrzu odchodzącym.

Przebieg temperatury w procesie suszenia.

Ważną rolę odgrywa przy suszeniu papieru i celulozy temperatura materiału suszonego. Przebieg najłagodniejszy ma naturalnie suszenie na wolnym powietrzu, które jednak przy przejściu do produkcji masowej musi być ze względów technicznych zarzucone. Przy przejściu do suszenia mechanicznego skraca się proces suszenia z godzin na minuty. W instalacjach o cylindrach otwartych można przy każdym cylindrze przy pomocy zaworu wlotowego regulować ciśnienie, a co za tym idzie temperaturę nasycenia, przez co można na poszczególnych cylindrach ustawić temperatury suszenia, wg. różnych krzywych przebiegu suszenia. System ten stosuje się zwłaszcza przy suszeniu papieru, przy czym reguluje się temperaturę w cylindrach wzdłuż całej instalacji wg. pewnej krzywej. Naogół nie przekraczają temperatury suszenia papieru 70 — 80° C. Temperatura na początku partii suszącej powinna być niska, a później stopniowo wzrastać. Ponieważ większość używanych klei żywicznych przez ogrzewanie topi się przy 70° C., przeto nie może być na pierwszych cylindrach taśma papierowa wysoko ogrzana, a temperatury winny wzrastać równomiernie po obu stronach papieru, aż zawartość masy suchej wyniesie około 50%. Po osiągnięciu przemiany (stopienia) przebieg temperatury na następnych cylindrach niema już wpływu na klejenie. Należy jednak unikać zbyt wysokich temperatur, ponieważ mogą łatwo powstać wzdęcia na papierze względnie inne wady. Tak samo nagłe suszenie może mieć ujemny wpływ na skurcz. Do temperatury 70 — 80° C obniża się temperatura pary w cylindrach z 125 — 130° C przy przejściu przez ściany cylindrów i przejściu ze ścian cylindrów na mokry papier. Papier przeprowadza się zwykle przez instalacje do suszenia w ten sposób, że się papier przy przejściu z cylindra na cylinder odwraca, ponieważ przechodzi z cylindra górnego na dolny. Między cylindrami następuje z silnie nagrzanego papieru również parowanie.

Suszenie celulozy w grubych taśmach (600 — 1000 gr. na m² taśmy suchej) powoduje przy stosowaniu wysokich temperatur i silnym przyleganiu taśmy do ścian cylindrów uszkodzenie włókien w postaci ich stwardnienia. To spowodowało stosowanie suszarek z ciepłym powietrzem, w których materiał wogóle nie styka się z gorącymi ścianami cylindrów, a woda odparowuje przy przejściu przez zamknięte i ogrzane komory, przy czym temperatura materiału wynosi około 45° C; uzyskuje się więc o wiele łagodniejszy przebieg temperatury. Stosowany system suszenia odbija się przy materiałach bielonych korzystnie na trwałości bieli. Przy stosowaniu suszenia ciepłym powietrzem materiał nie podlega tak żółknieniu jak przy suszeniu cylindrowym. Dalszym krokiem rozwoju jest wspomniane suszenie w próżni przy temperaturze materiału około 35° C.

Gospodarność cieplna.

Gospodarka cieplna w przemyśle papierniczym w fabrykach papieru, celulozy, kartonu, papy —

jako u wielkich odbiorców, energii i ciepła ma niesłychanie ważne i podstawowe znaczenie. Dobrą gospodarność cieplną, a tym samym zmniejszenie kosztów własnych wytwarzania papieru i celulozy można osiągnąć:

- 1) przez racjonalne wytwarzanie ciepła i energii w siłowniach fabrycznych (dobry spójczynnik cieplny urządzeń energetycznych),
- 2) przez zmniejszenie zużycia ciepła w procesach fabrykacyjnych,
- 3) przez wyzyskanie w najszerszym zakresie ciepła odpadkowego powietrza, kondensatu itp.

Rozpatrując procesy suszenia papieru i celulozy w ramach tego artykułu nie możemy wyczerpać tematu gospodarki cieplnej, który poruszony zostanie jako oddzielne zagadnienie, należy jednak choć pokrótce wspomnieć o czynnikach mających decydujący wpływ na polepszenie spójczownika wydajności cieplnej części suchej maszyny papierniczej a mianowicie:

- 1) po stronie parowej cylindrów suszących przez:
 - a) podwyższenie ciśnienia pary,
 - b) zastosowanie pary przegrzanej,
 - c) ulepszenie odprowadzania kondensatu z cylindrów, i
 - d) zwrócenie uwagi na odpływ powietrza i gazów z cylindrów;
- 2) po stronie filców suszących przez:
 - a) polepszenie przylegania filców do ścian cylindrów suszących,
 - b) zmniejszenie ochładzania się filców między cylindrami, i
 - c) ulepszenie odprowadzania powietrza nasyczonego wilgocią z suszącej części maszyny papierniczej.

Kontrola zużycia pary i węgla daje nam pojęcie o gospodarności cieplnej fabryki, a jej wyrazicielem jest spójczynnik sprawności cieplnej. Dla ułatwienia kontroli tej gospodarki podajemy wykres zużycia pary i węgla na 1 kg. gotowego papieru oraz wykres gospodarności cieplnej zakładu (rys. 15). *)

Na kilku przykładach wyjaśnimy przydatność tego wykresu dla kontroli gospodarki cieplnej wytwórni:

Przykład 1. Przy produkcji papieru drukowego przy dobrej pracy prasy mokrej, oraz początkowej wartości masy suchej $T_a = 42\%$ i końcowej wartości masy suchej $T_e = 96\%$ musi być wyparowane na 1 kg. produkcji 1,285 gr. wody, do czego przy dobrym stanie partii suchej potrzeba 1,5 kg. pary na 1 kg. wody, albo $1,285 \times 1,5 = 1,93$ kg. pary na 1 kg. gotowego produktu.

Dla porównania — na tej samej partii suchej przez przestwienie produkcji na papier do prędkości, którego struktura dopuszcza tylko $T_a =$

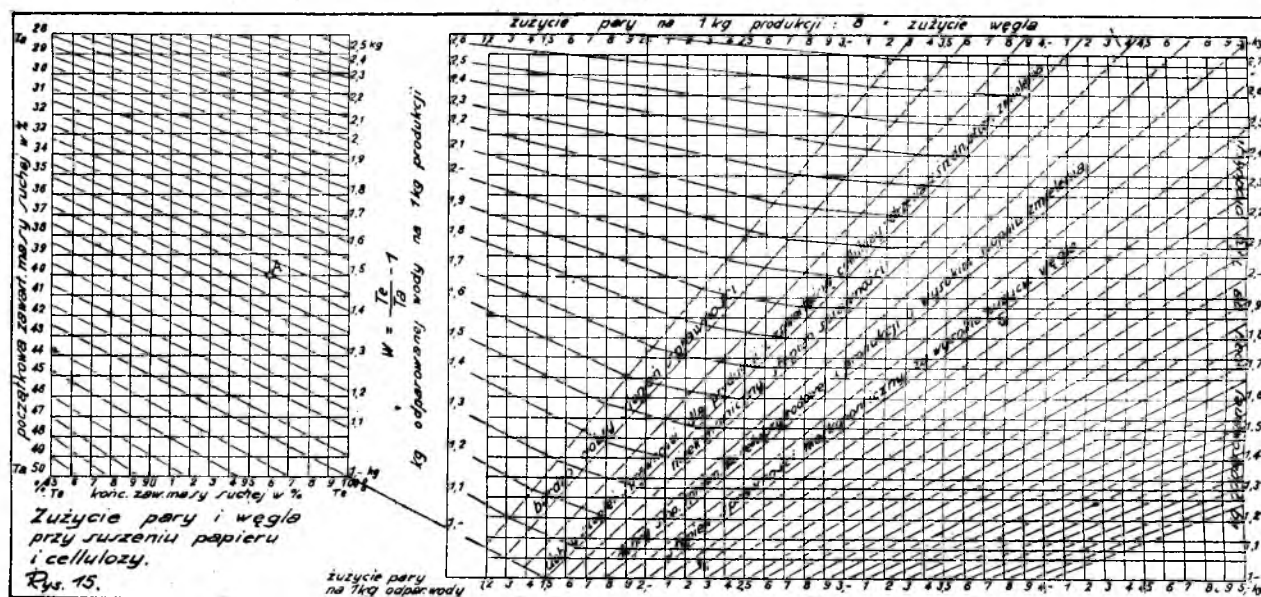
*) Wochenblatt für Papierfabrikation Nr. 21 v. 14. 11. 42.

23%, oraz przy $T_e = 96\%$ musi być odparowane 3,173 gr. wody. Jeżeli spotrzebujemy tylko 1,5 kg. pary na 1 kg. wody to dla 1 kg. produktu potrzeba będzie $3,173 \times 1,5 = 4,76$ kg. pary. Ponieważ jednak rodzaj masy i stopień zmielenia jej utrudnia proces suszenia t. zn. proces wyparowania wody, zapotrzebowanie pary na 1 kg. wody wzrasta o około 20% z 1,5 kg. na 1,8 kg., nawet przy dobrym stanie partii suchej. Z tego wynika, że dla wysuszenia 1 kg. papieru do przędzy rzeczywiste zapotrzebowanie pary wyniesie 5,71 kg. w przeciwstawieniu do zapotrzebowania 1,93 kg. pary na 1 kg. papieru drukowego.

Z wykresu otrzymujemy wtedy wartość 1,45 kg. pary na 1 kg. odparowanej wody a więc tym samym lepszy stopień sprawności partii suszącej, ale równocześnie gorszy stopień sprawności partii mokrej.

Wykres powyższy jest bardzo pożyteczny, gdyż każdy kierownik ruchu może łatwo od ręki sprawdzić mając dany rozchód pary na 1 kg. produkcji — czy stopień sprawności partii suchej, czy mokrej musi być poprawiony ze względu na możliwość zmniejszenia zużycia pary.

Uzyskanie wyników oznaczonych w wykresie jako „dobry stopień sprawności“ nie powinno być powodem do zaniedbania środków zmierzających



Uwzględniając ośmiokrotne odparowanie otrzymujemy, że dla osuszenia 1 kg. papieru do przędzy potrzeba 713 gr. węgla, wobec zużycia 271 gr. węgla na 1 kg. papieru drukowego, a zatem wzrost zużycia o 195%.

Przykład 2. Mając dane — zawartość początkowa masy suchej $T_a = 40\%$, zawartość końcowa masy suchej $T_e = 96\%$ otrzymujemy w przecięciu rzędnej i odciętej punkt „A“, przez który przechodzi linia zużycia pary odpowiadająca 1,4 kg. pary na 1 kg. wody.

Przykład 3. Dla osuszenia papieru drukowego potrzeba 3,2 kg. pary; przy $T = 34\%$ i $T_e = 94\%$ otrzymujemy 1,76 kg. odparowanej wody na 1 kg. produkcji.

Mając dane: 1,76 kg. odparowanej wody na 1 kg. produkcji 3,2 kg. zużycia pary na 1 kg. produkcji otrzymujemy w przecięciu przekątną wskazującą na podziałce 1,8 kg. zużycia pary na 1 kg. odparowanej wody. Wykres natomiast podaje dla danej produkcji jako „dobry stopień sprawności“ cieplnej wartość 1,5 kg. zużytej pary na 1 kg. odparowanej wody, skąd wynika możliwość poprawienia partii suszącej maszyny papierniczej. Przy 3,2 kg. zużycia pary i $T_a = 30\%$, $T_e = 96\%$ ilość odparowanej wody odpowiada 2,2 kg.

do dalszego oszczędzania, a przeciwnie — stopnie sprawności „bardzo dobre“ muszą i mogą być w każdej fabryce osiągnięte. Trzeba zaznaczyć, że termiczne stopnie sprawności do 90% w wielu fabrykach zagranicznych osiąga się już stale w przeciwstawieniu do takich, w których osiąga się tylko 55 — 65%.

Krótki historyczny rys suszenia papieru.

- 1799 r. — Pierwsza maszyna papiernicza o długim sicie wynaleziona przez L. Roberta bez partii suszącej.
- do 1819 r. — Suszenie powietrzem ogrzanym (papier w arkuszach).
- 1819 r. — Dołączenie suszenia mechanicznego przy pomocy 1 cylindra suszącego.
- ok. 1850 r. — Wprowadzenie suszenia przy pomocy wielu cylindrów.
- „ 1880 r. — Wprowadzenie filców suszących do części suchej maszyny.
- „ 1900 r. — Suszarnia kanałowa dla papy (w formie prymitywnej nieco wcześniej).
- „ 1921 r. — Urządzenie odemglające z wykorzystaniem ciepła odpadowego oparów ponad partią suszącą (w Szwecji).

- 1923 r. — Mechaniczne nawietrzanie części suszącej maszyny papierniczej za pomocą urządzenia wysoko-ciśnieniowego Grewinscha,
 1925 r. — Zamknięta suszarka ciepłym powietrzem dla celulozy i lepszych gatunków papieru,
 „1925 r. — Pierwsza suszarka próżniowa w części suszącej (w Ameryce).

WACŁAW DE TOURNELLE

Wyrób papieru izolacyjnego

Do grupy papieru izolacyjnego zaliczamy:

papier kablowy,
 transformatorowy,
 kondensatorowy.

Papieru tego używa się w przemyśle elektrotechnicznym do celów izolacyjnych, wobec czego największym wymaganiem stawianym temu gatunkowi jest odporność na przebicie prądem elektrycznym. Któremu to najważniejszemu warunkowi czyni zadość papier izolacyjny, jeżeli jest zupełnie ściśły, czyli gdy nie ma dziurek. Na tę właściwość powinno się skupić uwagę, wyrabiając papier izolacyjny, który musi posiadać następujące cechy główne wspólne dla wszystkich trzech rodzajów:

- 1) jednolitość,
- 2) brak pęcherzyków powietrza,
- 3) obojętność chemiczną,
- 4) dużą długość samozrywającą,
- 5) elastyczność,
- 6) wytrzymałość na zgięcia.

Wykonanie papieru zupełnie jednolitego jest niemożliwe, wobec czego wszelkie izolowanie tym materiałem wykonuje się w kilka warstw. Zwiększenie odporności izolacji papierowej przez użycie grubszego papieru nie jest sposobem właściwym, pomimo wzrastania odporności papieru na przebicie prądem elektrycznym w stosunku prostym do gramatury, natomiast waleń uodparnia izolację jej wielowarstwowość, gdyż dziurczki jednej warstwy pokrywa się jednolitymi miejscami drugiej.

Im więcej warstw, tym odporność na przebicie prądem elektrycznym większa. Elektrykom zależy jednak na oszczędności materiału, a tym samym na zmniejszeniu kosztów wytwórczości, dlatego więc papier izolacyjny należy do papieru cienkiego, aby uczynić zadość zasadzie: „izolacja papierowa nie gruba, lecz o dużej ilości warstw“.

Zbierając materiał do niniejszego referatu trafiłem do wytwórni maszyn elektrycznych „Elektrobudowa“ w Łodzi. Chwalono mi tam specjalny angielski papier izolacyjny „Elephantide“. W swym prospekcie reklamowym wytwórca zaznacza, że papier jego jest wielowarstwowy wyrabiany na 6-cylindrowej papiernicy, której fotografię załącza. Wygląda ona jak normalna kartoniarka; ilość jej cylindrów sitowych ma być powiększona do 8-iu. Wielowarstwowy papier jest dzięki mijaniu się dziurek warstw poszczególnych bardzo odporny na przebicie prądem elektrycznym.

W prospekcie kładzie się szczególny nacisk na położenie fabryki w okolicy nieuprzemysłowionej, wolnej od pyłu węglowego i kurzu. Aby utrzymać czystość na podwórzu i wewnątrz budynków, zakład nie używa w swej siłowni węgla zastępując go energią wodną oraz nie jest połączony bocznicą kolejową z obawy przed popiołem lotnym z lokomotywy. Wszystko to ma na celu zmniejszenie do minimum dziurkowości papieru.

Łatwiejszym do wyrobu jest papier kablów do obwijania w wymienionym celu kabli elektrycznych, telegraficznych i telefonicznych. Wyrabia się go w trzech rodzajach:

WYKAZ LITERATURY

- Hoyer „Neuzeitliche Papierzeugung“.
 Robert Henderson Clapperson „Modern Paper — Making“.
 W. A. Sazonow — „Tieplowye processy w bumoznom i celluloznom proizvodstwie“.

- 1) silnoprądowy — grubszy (0,13 mm) do izolacji grubych kabli i uzwojeń maszyn elektrycznych w elektrotechnice prądów silnych;
- 2) słaboprądowy — cienki (0,065 mm) do izolacji cienkich przewodników telefonicznych i do budowy aparatów w elektrotechnice prądów słabych;
- 3) gładki — satynowany do zewnętrznego spowijania kilku żył.

Papier kablów wyrabia się z samej celulozy sosnowej siarczanowej niebielonej twardej, albo z mieszaniny celulozy świerkowej siarczynowej i sosnowej natronowej. W Anglii używa się do tego celu również juty, szmat lnianych i bawełnianych. Te ostatnie dają najbardziej giętki papier.

W celu powiększenia odporności na przebicie prądem elektrycznym papier kablów przesyca się dielektrycznymi olejami mineralnymi, lakierem asfaltowym lub parafiną; dlatego jest on zupełnie nieklejowy, jego wsiąkliwość wody powinna być nie mniejsza niż 10 mm w kierunku podłużnym, a 8 mm w poprzecznym.

Do masy papierowej nie dodaje się żadnych chemikaliów. Koncentracja jonów wodorowych wyciągu wodnego z tego papieru powinna wynosić 7 — 8,5.

Mielenie w holendrach powinno być tłuste, średnio spergaminowane, co nadaje papierowi spistość, ułatwia równe rozłożenie się włókienek na sicie, a tym samym daje dobre, równomierne przezrocze bez por. Poleca się mieszanie masy papierowej o różnym stopniu zmielenia: tłustej i chudej, co zwiększa jednolitość papieru, a rozgniatanie celulozy w gniotownikach wpływa korzystnie na rozciągliwość papieru.

Długi, dobrze skonstruowany piasecznik jest niezbędnym przyrządem do wyrobu papieru kablów, z którego muszą być usunięte części gatunkowe cięższe od wody, jak: piasek, wiórki noży holendrowych itd. Nieusunięcie tych zanieczyszczeń powoduje dziurkowość papieru kablów, przez co zmniejsza się jego odporność na przebicie prądem elektrycznym.

Papier kablów wyrabia się w gramaturze od 40 — 70 g/m² w grubościach od 0,065 do 0,3 mm, maszynowo gładki. Wykonuje się go w szerokich rolach lub w bobinach o szerokości od 5 do 30 mm. Długość samozrywająca papieru kablów silnoprądowego powinna wynosić co najmniej 8000 m w kierunku podłużnym, a 4000 m w poprzecznym. Długość samozrywająca papieru słaboprądowego 9.000 m. w kierunku podłużnym. % popiołu powyżej 1. Wytrzymałość na przebicie prądem elektrycznym papieru silnoprądowego 8000 woltów na mm., a po nasyceniu olejem transformatorowym 60.000 woltów na mm.

Papier transformatorowy ma ten sam skład masy, co kablów i powinien czynić zadość tym samym wymaganiom. Używa się go do obwijania w kilka warstw rdzeni transformatorów elektrycznych. Ponieważ długość ich dochodzi czasem do 2,5 m, a warstwa izolacyjna musi być jednolita, więc wykonuje się papier transformatorowy w rolach odpowiedniej szerokości.

Jego grubość wynosi 50 — 70 mikronów; ciężar zrywający pasek papieru szerokości 15 mm dla 50-mikronowego papieru 32 kg w kierunku podłużnym, a 2,0 kg w kierunku poprzecznym. Dla 70-mikronowego papieru w kierunku podłużnym 4,5 kg, w kierunku poprzecznym 2,7 kg. Jest to obciążenie minimalne. Wilgotność 7%. Ilość podwójnych zgięć średnio 320. Napięcie prądu przebiegającego papier minimum 8000 woltów na milimetr. Napięcie prądu musi wzrastać w ciągu 15 sekund.

Z papieru izolacyjnego wyrabia się również tzw. papier „bakelizowany“. Używa się do tego celu papieru natronowego o gramaturze 80 — 100 g/m² odpowiadającego tym samym normom, co papier kablowy i transformatorowy. Warstwy przesypuje się suchą masą bekelitową, a następnie prasuje się je w gorącej prasie. Można robić w ten sposób płyty lub cylindry — tuleje na rdzenie transformatorów. W handlu nazywano tego rodzaju materiał „turbonit“. Jego wytrzymałość elektryczna wynosić powinna 15.000 — 30.000 woltów na 1 mm grubości.

Papieru kondensatorowego używa się do wyrobu kondensatorów elektrycznych jako wkładki dielektrycznej pomiędzy płytami metalowymi.

Pojemność kondensatora jest odwrotnie proporcjonalna do grubości dielektryka, z tego powodu papier kondensatorowy powinien być jak najcieńszy. Można użyć do budowy kondensatorów innych znacznie lepszych, dielektryków np. porcelany, lecz wykonanie z nich płytki o grubości 7 mikronów jest albo niemożliwe, albo bardzo trudne i drogie. Z tego powodu elektrycy wybrali papier, którego wykonanie, jakkolwiek łatwiejsze, jest jednak dla papiernika zadaniem skomplikowanym dzięki bardzo wysokim wymaganiom, a małej wadze metra². Papier kondensatorowy jest jednym z najcieńszych z istniejących gatunków, gramatura wynosi 8 — 10 g/m², a wymienione żądania techniczne są tu szczególnie zaostrzone.

Papier kondensatorowy wykonuje się o 2-ch składach masy: albo czysto szmaciany z włókien lnianych, lub też czysto celulozowy z celulozy siarczanowej.

Mielenie surowca w holendrach należy do czynności bardzo dokładnych. Masa papierowa musi być najstaranniej rozmielona, spergaminowana, włókienka powinny być rozmiżdżone. Fabryka powinna być zaopatrzona w holendry o nożowisku metalowym i z lawy bazaltowej. Masę papierową należy mleć w jednakowej ilości holendrów każdego rodzaju. Mielenie nożami metalowymi daje włókna krótsze, drobniejsze, wypelniając puste przestrzenie w papierze; holendry bazaltowe dają włókna rozmielone, rozszczępione, doskonale się spłisniające, są one osnową papieru. Czas mielenia wynosi około 72 — 76 godzin.

Piasecznik jest w danym wypadku przyrządem za prymitywnym do usunięcia zanieczyszczeń cięższych od wody. Wyrabiając papier kondensatorowy trzeba zaopatrzyć się w „erkenzator“, czyli aparat oddzielający zanieczyszczenia przy pomocy siły odśrodkowej.

Ponieważ papier nie może mieć dziurek, pożądaną jest nie prasowanie go na maszynie papierniczej. Tak zw. „gaucz“ trzeba zamienić wałem ssącym. Wyciskanie prasami mokrymi papier kondensatorowy znosi dobrze.

Wysokość produkcji tego gatunku jest bardzo niska. Nowoczesna papiernica o szerokości roboczej 2,5 m może wykonać na dobę 700 kg papieru kondensatorowego. Wyrabia się go w grubościach od 7 — 24 mikronów. Ciężar zrywający pasek długości 150 mm a szerokości 15 mm od 1 — 1,5 kg w kierunku podłużnym, zależnie od grubości.

Przepuszczalność powietrza 7 — 5 cm³.

Papieru najcieńszego o grubości 7 mikronów nie powinien przebić prąd zmienny o 50 okresach o napięciu 275 woltów, a papieru najgrubszego, czyli 24 mikronowego, o napięciu 450 woltów. Papier kondensatorowy jest zupełnie nieklejony, popiół jego wynosić może tylko 1/2%.

Niezmiernie ważnym wymaganiem jest zupełna nieobecność kwasów w papierze. Toleruje się obecność chlorków, siarczanów, zasad oraz żelaza metalicznego i jego soli.

Normy rosyjskie dopuszczają następującą ilość cząstek przewodzących prąd na 1 m²:

grubość papieru w mikronach	7	10	12	15	22	24
ilość cząstek	40	30	20	10	10	10

Według tych samych norm nie może być w papierze dziurek widocznych okiem nieuzbrojonym. Tolerancje w grubości papieru są bardzo niewielkie i tak: najcieńszy papier, 7-mikronowy, może być grubszy lub cieńszy o 0,7 mikrona, a najgrubszy, czyli 24-mikronowy o 1 1/2 mikrona.

Papier kondensatorowy jest maszynowo gładki. Wykonuje się go w bobinach, które po bardzo starannym obwinieciu papierem układa się w szczelnej skrzyni drewnianej. Powinno się go przechowywać w suchym miejscu o stałej temperaturze, gdyż wilgoć wpływa ujemnie.

Roczne zapotrzebowanie papieru izolacyjnego według informacji Centralnego Zarządu Przemysłu Elektrycznego jest następujące:

kablowego	100 ton
transformatorowego	3 ton
kondensatorowego	1, maksimum 2 tony

Pierwsze dwa gatunki, różniące się właściwie tylko nomenklaturą, możemy wyrabiać w kraju w fabrykach „Natrónag“ - Kalety, we Włocławskiej fabryce papieru i w Młynowskiej fabryce papieru. Produkcja ich bez trudu pokryje zapotrzebowanie roczne.

Papieru kondensatorowego w Polsce przed wojną nie robiono, a na ziemiach odzyskanych nie mamy ani jednej papierni mogącej go wykonać. Przed rokiem 1939 Mirkowska fabryka papieru robiła bibułkę papierosową o gramaturze 11 g/m² na papiernicy Nr 4. Gdyby Państwo Polskie miało zamiar ekspertować papier kondensatorowy, to należało by skonstruować specjalne urządzenie w Jeziornie.

ZRÓDŁA

- 1) Wszeczziwżkowe normy państwowe (rosyjskie).
- 2) „Tymczasowe warunki techniczne na papier kablowy“ (wydane przez C. Z. P. Elektrycznego).
- 3) „Elephantide“ — pressboards and multi - ply presspapers for the electrical industry wydane przez B. S. Witeley Ltd, Anglia.

KRONIKA

ZE SPRAW SZKOLNICTWA

Akcja szkolenia w przemyśle papierniczym postępuje naprzód. W ciągu ostatnich tygodni mamy do zanotowania kilka osiągnięć zarówno na odcinku szkół zawodowych jak i kursów specjalnych.

Nastąpiło uruchomienie szkół przemysłowych przy papierniach w Kluczach i w Myszkowie. Szkoły przemysłowe 3-letnie, odpowiadające programem gimnazjum zawodowemu, w myśl zaleceń Ministerstwa Przemysłu winny być organizowane przy każdym zakładzie zatrudniającym powyżej 200 ludzi i obejmować swym zasięgiem pracowników młodocianych.

Wymienione szkoły są pierwszymi tego typu, jakie związane zostały z zakładami podległymi Centralnemu Zarządowi Przemysłu Papierniczego. Organizacja dalszych szkół jest w toku.

Dnia 4 lutego br. w Łodzi odbyło się w obecności Kierownika Delegatury Łódzkiej Wydziału Szkolnictwa Zawodowego Ministerstwa Przemysłu inż. Biernackiego i przedstawicieli C. Z. P. P. otwarcie Kursu Przetwórczo-Papierniczego dla robotników zatrudnionych w zakładach przetwórczego przemysłu papierniczego na terenie Łodzi. Kurs odpowiada poziomem kursom dla czeladników rzemieślniczych. Na kurs zgłoszono blisko 50 osób.

Pakowy „Natron“ z celulozy, brązowy, matowy, jednostronnie gładki prażkowany i bez prażków.

rolowy	20	1800.—
"	25	1720.—
"	30	1670.—
"	40/200	1280.—
"	201/250	1320.—
"	251/350	1700.—
"	351/400	1930.—
arkuszowy	20	1840.—
"	25	1760.—
"	30	1700.—
"	40	1530.—
"	50/200	1300.—
"	201/250	1370.—
"	251/351	1700.—
"	351/400	1950.—

Papier pergaminowe.

Sulfitowy pakowy	40	1970.—
"	50/70	1840.—
Półtłuszczowy niebielony	40/70	2070.—
" bielony		2340.—
Hawanna I	40	2340.—
Hawanna II	50	2150.—
Tłuszczowy matowy bielony	40/70	2520.—
" bielony satynowany	40/70	3060.—
" " "	22	4320.—
" " "	30	3560.—
" kolorowy	40/70	4070.—
" " "	40/70	3780.—
" " "	40/70	3510.—

Papier szpagatowy (przędzalnicze).

Sulfitowy	od 40	1780.—
Natronowy		1500.—

Papier kolorowe: afiszowe, albumowe, kopertowe, okładkowe, broszurowe, obciowe (tapetowe), szpulkowe, manufakturowe i t. p.

Nazwa papieru	Gram w m ²	Cena za 100 kg
Afiszowy matowy (jasne kol. *)	50	1030.—
Albumowe i kopertowe.		
wysoko drzewne		1260.—
sat. jasne kolory	40	1780.—
" " " "	50	1570.—
" " " "	od 60	1430.—
" trawiasty i pomarańcz.	60	1480.—
" amarantowy	86/90	1360.—
" " "	60	2120.—
Angielski pakowy		
chamois satynowany	70/85	1520.—
" " "	86/90	1360.—
" " "	91/125	1350.—
Okładkowe broszurowe.		
okładka szrencowa	90	1050.—
różne kolory, matowe	od 80	1260.—
" czerwony	80	1340.—
różne kolory satynowane	80	1340.—
" czerwony	80	1420.—
granatowe natronowe	60	1370.—
Papier specjalne.		
szpulkowy biały i kol. mat. w rol.		840.—
" " " " sat.		910.—
manufakturowy biały		1020.—
" " " " kolor. (jasne kol.)		1170.—
świecowy kolorowy satynowany		1260.—

*) Ciemne kolory według specjalnej oferty.

Papier białe drzewne i bezdrzewne klejone (kancelaryjne, rysunkowe, rejestrowe i t. p.)

Nazwa papieru	Gram w m ²	Cena za 100 kg
Piśmienne w klasie VII.		
Matowy i satynowany	40	1570.—
" " "	50	1310.—
" " "	60/150	1120.—
Piśmienne w klasie V.		
Matowy i satynowany	40	2100.—
" " "	50	1750.—
" " "	60/150	1520.—
Piśmienne bezdrzewne.		
Kancelaryjny i satynowany	50/59	2200.—
" " "	60/74	1990.—
" " "	75/120	1900.—
" " "	121/150	1950.—
Rysunkowe.		
Szkicowe w kl. VII	70	1020.—
Rysunkowe w kl. V	od 70	1370.—
Bezdrzewne	100/119	1710.—
" " "	120/150	1600.—
" " "	151/170	1710.—
" " "	171/190	1820.—
Rejestrowe	80/150	2380.—
Papier specjalne.		
Wodo-odporne z cel. biel.	130	2400.—
Do monotypów w bob.	55	3430.—
Papier z cel. niebiel. klejone (muchotapk. opak. i tp.)	60/150	1620.—
Światłoczułe	80/120	2600.—
Ustnikowe w bob, zwykle	110	1360.—
" " " " średnie	115	1750.—
" " " " bezdrzewne	120	2100.—
Obciowy biały matowy	od 60	970.—
Papier do kolorowania w rolach		
Klasa VII matowy	60	980.—
" " " "	od 80	950.—
" " " " V	60	1300.—
Bezdrzewny matowy	60	1700.—

Papier białe bezdrzewne i drzewne nieklejone (drukowe i gazetowe) oraz ofsetowe

Nazwa papieru	Gram w m ²	Cena za 100 kg
Gazetowy rotacyjny matowy	50	780.—
" " " " satyn.	55	840.—
" " " " w ark. matowy	50	840.—
" " " " satyn.	55	900.—
Papier druk. drzewne klasy VII		
matowy	50/150	870.—
satynowany	55/150	930.—
Papier drukowe drzewne klasy V		
matowy	55/150	1260.—
satynowany	50	1500.—
" " "	55/150	1320.—
Papier piórkowe matowe drzewne klasy V	od 70	1550.—
Papier ilustracyjny drzewne		
ilustracyjne sat. kl. V	od 70	1430.—
wkł. druk. sat. kl. V	75	1460.—
" " " " zwykły	60	1320.—
" " " "	65	1260.—
" " " "	70	1200.—
Papier drukowe bezdrzewne		
matowy lub m/gł	60/150	1720.—
satynowany		1800.—

(e. d. n.)