



PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

WYDAWCA SP. Z O. O. PRZEGLĄD TECHNICZNY

REDAKTOR INŻ. M. THUGUTT

Nr. 12-13

WARSZAWA, 29 CZERWCA 1938 R.

Tom LXXVII

Inż. FELIKS WIŚLICKI, Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu Sp. Akc.

677—14:677—165 (09)

Zarys historyczny powstania i rozwoju produkcji sztucznych włókien

Druga połowa XIX w. była epoką wynalazków we wszystkich bodaj dziedzinach techniki. W tym to czasie wypowiedziane zostały przez wielkiego chemika, dr. *Ludwika Mond'a*, słowa, które tu w skróceniu przytoczę: „Istnieje przysłowie, że potrzeba jest matką wynalazków. — Jeśli nawet to przysłowie było dawniej słuszne i dobrze określało założenia postępu cywilizacji, to dzisiaj przestało ono być aktualne: widzimy zjawisko wprost odwrotne, a mianowicie, że wynalazca, wyprzedzając swoją epokę, daje ludzkości rzeczy nowe, które stwarzają nowe potrzeby. Dzisiaj należałoby raczej twierdzić, że postępek cywilizacji i rozwój przemysłu powodowany jest przez systematyczne i uporczywe poznawanie zjawisk natury”.

Przykładem, jak słuszne jest to powiedzenie, jest wynalazek hr. *Hilarego de Chardonnet* (ur. w Besançon 1 maja 1839 r., zm. 12 marca 1924 r.), którego podwaliny położone zostały w r. 1884, a który powoli został zrealizowany i doprowadził do produkcji sztucznego jedwabiu systemem kolodionowym. Wynalazek ten stał się podstawą wielkiej gałęzi przemysłu, będącej jeszcze i obecnie w pełni rozwoju, która zaspokaja istotną już dzisiaj potrzebę ludzkości, dążącej do wyższej kultury w życiu codziennym.

Jednakże sam pomysł wytwarzania sztucznych włókien jest znacznie wcześniejszy.

Już *Réaumur* w swojej książce, zatytułowanej „*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*” w r. 1734 powiedział: „Ponieważ jedwab jest gumą płynną wysuszoną, dłączgóżbyśmy nie mogli przygotowywać go z naszej gumy i żywicy, preparując je w odpowiedni sposób?”.

Dopiero jednak po 120 latach, w r. 1855, pomysł ten został na nowo podjęty przez *Audemars'a* z Lozanny, który opatentował w Anglii (E. P. 283) następujący sposób otrzymywania sztucznej nici: ni-

trocelulozę z tyka gałęzi morwowych rozpuszcza się w mieszaninie eteru i alkoholu z dodatkiem 10%-owego roztworu kauczuku w eterze; z otrzymanego płynu można, jak mówi *Audemars*, wyciągnąć nić, która z łatwością daje się nawinąć w ten sam sposób, jak jedwab z kokonów.

Ale nie tylko wiek XVIII i XIX mogą się szczyścić pomysłami, mającymi na celu wytworzenie sztucznych włókien: już w XVII w., a mianowicie w r. 1665 *Robert Hooke* wspomina w jednej ze swoich prac, że otrzymywanie sztucznych włókien jest możliwe; jednakże idea ta, podobnie zresztą jak i inicjatywa *Réaumura*, poszła zupełnie w zapomnienie i dopiero późniejsi badacze odkryli, że *Chardonnet* miał poprzedników, których pomysły nie zostały zrealizowane. Pomysł stosowania przy wytwarzaniu sztucznych włókien otworków włoskowatych wypowiedziany był przez *Ozanam'a* na długie lata przed urzeczywistnieniem wynalazku *Chardonnet'a*.

Pomysł *Audemars'a* specjalnie zasługuje na podziw, boć przecież dopiero w r. 1845 *Schönbein* odkrył nitrocelulozę i jej własności; godne więc uwagi jest, że już po 10 latach *Audemars* zastosował nitrocelulozę do swojego wynalazku. Ta sama myśl kiełkowała zresztą u najrozmaitszych uczonych i wynalazców. Mamy więc do zanotowania patenty *J. W. Swan'a* (D. R. P. 30291, E. P. 16178 — 1884 r.), *Swinburne'a* (1884 r.), *Wyne'a*, *Poucell'a* (E. P. 16805 — 1884 r.), *Weston'a* (E. P. 22866 — 1882 r.), *Crookes'a*, którzy zamierzają wytwarzać na skalę przemysłową niteczki z nitrocelulozy, ażeby z nich następnie sporządzać nitki węglowe do żarówek elektrycznych. *Swan* w wymienionych wyżej patentach twierdzi, że udało mu się fabrykacja nitki węglowej przez ściskanie za pomocą formy albo matrycy nitrocelulozy, rozpuszczonej w kwasie octowym albo w innym płynie, i przez koagu-

lację tej cieczy za pomocą alkoholu; ażeby zmniejszyć palność otrzymanej tą drogą nici, denitrował ją za pomocą kwaśnego siarczku amonu, albo innego reduktora, poczem suszył, nadawał odpowiednią formę i zwęglął. Swan fabrykował również i nitki bardzo cienkie i delikatne, a nawet otrzymywał z nich tkaniny, które wystawił w r. 1885 w Lozannie.

Mimo że, jak widzimy, Swan już określił wszystkie główne punkty fabrykacji sztucznych włókien, tytuł ojca przemysłu sztucznego jedwabiu należy się bezsprzecznie hr. de Chardonnet, gdyż on to nie tylko, że zupełnie niezależnie od innych wynalazców, opracował metodę tej fabrykacji, lecz zdołał również przeprowadzić ją w praktyce i rozwinąć na skalę przemysłową.

Pierwsza myśl o możliwości wytworzenia sztucznego włókna powstała w umyśle Chardonnet'a, gdy przy zwiedzaniu fabryki celulozy zobaczył wpływającą z kotła masę celulozową o jedwabistym połysku. Poprzednie prace w dziedzinie materiałów wybuchowych naprowadziły go na myśl zastosowania, jako materiału wyjściowego, dla swego wynalazku nitrocelulozy, a więc tego samego materiału, którym posługiwali się Audemars, a następnie Swan. Również zasada wytwarzania nici pokrywała się zupełnie z metodą Swan'a. Zasada ta, nie zmieniona do dnia dzisiejszego, polega na tym, że ciecz do przednia (kolodium) przetłacza się przez b. małe otworki do osrodka, w którym ulega ona krzepnięciu (koagulacji); w ten sposób powstające pojedyncze włoski zbiera się po kilka razem i nawija, jako już gotową nić.

Opis zasad swego wynalazku złożył hr. de Chardonnet w zapieczętowanej kopercie w Akademii Nauk w Paryżu w r. 1884. W tymże jeszcze roku wziął Chardonnet pierwszy patent na swój wynalazek (B. F. 165349); na dalsze swoje pomysły, mające na celu udoskonalenie tego wynalazku, poabrał Chardonnet cały szereg patentów (D. R. P. 38368 — 1885 r.; D. R. P. 46125 — 1888 r.; D. R. P. 81599 — 1893 r.; E. P. 24638 — 1893 r.; D. R. P. 56655 — 1890 r.; D. R. P. 64031 — 1891 r.; B. F. 231230 — 1893 r.). Już w r. 1889 na międzynarodowej wystawie w Paryżu wzbudził powszechne zainteresowanie mały aparacik „przedzalnicy”, na którym wyprzedzono z nitrocelulozy nici, rozdawane w małych pasemkach zwiedzającym. W roku następnym Chardonnet do spółki z Zerkwitzem założyli małą fabryczkę w Kessel Spreitenbach, nad Limatem w kantonie Aargau w Szwajcarii. Fabryka ta zaczęła funkcjonować w r. 1892, jednakże natychmiast została zamknięta z powodu braku kapitałów. Odkupił ją G. de Coral i uruchomił ponownie w r. 1893, właściwie dla celów demonstracyjnych, to znaczy, że zamierzano produkować na skalę pół-przemysłową to, co dotychczas otrzymywano tylko jako rezultat pracy laboratoryjnej. Wreszcie w r. 1895 zostało założone francuskie towarzystwo, które niebawem uruchomiło w Besançon, kolebce rodzinnej Chardonnet'a, większą fabrykę, mającą być ukoronowaniem jego wysiłków i pracy.

Trudności, jakie musiał przezwyciężyć Chardonnet przy urzeczywistnieniu swego wynalazku, były olbrzymie. Przede wszystkim należało znaleźć właściwą metodę otrzymywania takiej nitrocelulo-

zy, która by w końcowym procesie fabrykacji dawała sztuczny jedwab o własnościach, odpowiadających żądaniom przemysłu tkackiego i dzianego. Nie zapomnijmy, że jakkolwiek minęło z górą 90 lat od chwili, gdy Schönbein wynalazł nitrocelulozę, i dziś jeszcze niewiele można powiedzieć o samym chemizmie otrzymywania nitrocelulozy, a w szczególności nitrocelulozy rozpuszczalnej w eterze i alkoholu. To też aż do r. 1930, t. j. okresu, gdy system kolodionowy zamarł, praktycy mieli pod tym względem stale kłopoty. Jako uczeń Chardonnet'a mogę stwierdzić, że na tym polegała największa trudność i że tylko dzięki naszej wytrwałej i uporczywej pracy udało się ustanowić pewne prawa i metody otrzymywania odpowiedniej nitrocelulozy.

Dalszą poważną trudnością było znalezienie odpowiedniej aparatury i trzeba przyznać, że najcześni ówczesni konstruktorzy, jak Morane w Paryżu Escher Wyss i inni pod tym względem okazali Chardonnet'owi niemałą pomoc. Jednakże wszystkie prawie pomysły, które te firmy realizowały, pochodziły od Chardonnet'a i jego uczniów.

Przezwyciężenie tych wszystkich trudności i osiągnięcie przez Chardonnet'a zamierzonego celu wytłomaczyć można tylko jego entuzjastyczną wiarą w swój wynalazek i nie pospolitą energią, przedsiębiorczością i wytrwałością przy urzeczywistnianiu swoich pomysłów. W miarę potrzeby musiał on być chemikiem, mechanikiem, rzemieślnikiem; pierwsze kapilarki były przez niego samego wdmuchiwane ze szkła. Entuzjazm i głębokie przekonanie o wartości swego wynalazku umiał Chardonnet przelać i na swoje otoczenie. Były one tak silne i trwałe, że gdy po wielu latach nowy wynalazek, t. zw. metody wiskozowej, zaczął wchodzić w życie, wszyscy „kolodionowcy”, którzy mieli szczęście pracować z Chardonnet'em, długi czas odrzucali ten nowy system w przekonaniu, że produkt tą metodą wytworzony musi być gorszego gatunku.

System kolodionowy znalazł niebawem dalsze rozpowszechnienie; w pierwszym rzędzie Lehner zastosował cały szereg swoich wynalazków (patenty D. R. P. 55949, 58508, 82555 i inne) w dwóch fabrykach, które weszły do koncernu „Vereingte Kunstseidefabriken A. G.” we Frankfurcie nad Menem (Kelsterbach); produkcja tych fabryk oparta była zresztą na zakupionym przez koncern od G. de Coral'a patencie Chardonnet'a na Niemcy.

Wynalazek Chardonnet'a dał impuls do całego szeregu innych pomysłów i wynalazków. Dość wziąć do ręki jakikolwiek podręcznik o sztucznych jedwabiu, aby się przekonać, że same patenty, wzięte po dzień dzisiejszy, stanowią legion. Jak zawsze w takich wypadkach, są i w tym legione obok pomysłów genialnych inne mierne, a inne wzięte są dowodem, jakiego ogromu pracy dokonano na tym polu.

Niektóre z tych pomysłów wydawały się na razie bezużyteczne, a jednak po długim czasie i po wielu zmianach zostały wykorzystane i zrealizowane. Przykładem tego jest historia jedwabiu octanowego. Już w r. 1869 Schützenberger otrzymał octan celulozy; trzeba było jednak pracy i wielkich wysiłków innych wynalazców, aby wyprodukować oc-

tan celulozy, zdatny do technicznego użytku. Powiodło się to *Ledererowi*; na podstawie jego patentu z r. 1901 rozpoczęto w fabryce w Sydowsaue pod Szczecinem produkcję octanu na skalę przemysłową. W fabryce tej, która stała się wielką kuźnią wynalazków, były też robione pierwsze próby zastosowania octanu celulozy do fabrykacji sztucznego jedwabiu (około r. 1910), — jednakże produkt otrzymany nie odpowiadał wymaganiom handlowym i wkrótce zaniechano nawet dalszych prób w tym kierunku.

Dopiero znacznie później, w pewnym stopniu dzięki wojnie światowej, przemysł ten rozwinął się na większą skalę. Mianowicie w związku z wielkim zapotrzebowaniem octanu celulozy do wyrobu lakierów do samolotów wojennych, rząd angielski, z wielkim wkładem kapitałów, rozbudował fabrykę octanu celulozy *British Cellulose and Chemical Manufacturing Co.* w Spondon. Po skończonej wojnie dyrektorzy tej fabryki, dwaj bracia *Dreyfusowie*, Szwajcarzy, potrafili przenieść się na produkcję sztucznego jedwabiu systemem octanowo-celulozowym. Metoda *René Clavel'a* z Bazylei (patent z 1920 r.) umożliwiła odpowiednie farbowanie otrzymanego tym systemem sztucznego jedwabiu: jednocześnie zaś znaleziono sposoby regenerowania acetonu, potrzebnego do rozpuszczania acetylocelulozy, jako też kwasu octowego, i dzięki temu udało się ustanowić możliwą cenę sprzedażną.

Bardzo ważny pod względem historycznym dla rozwoju przemysłu sztucznego jedwabiu jest system miedziowo-amoniakalny, reprezentowany przez nieliczne już fabryki, jak na przykład *J. P. Bemberg A. G.*, *Barmen-Ritterhausen*.

Podstawą tej produkcji jest znany od dawna odczynnik *Schweitzera*. Jeszcze w r. 1890 *Despaissis* zastosował go do wytwarzania sztucznego jedwabiu; nie udało mu się jednak zrealizować swego wynalazku na skalę przemysłową i dopiero w kilkanaście lat później *Elberfelder Glanzstofffabriken* założyły w Oberbruch w Niemczech fabrykę, opartą na tej metodzie. Fabryka ta wkrótce stała się groźnym konkurentem dla produkcji, opartej na systemie kolodionowym.

Nie z takim trudem, jak poprzednie, a w każdym razie w znacznie krótszym czasie została uruchomiona fabrykacja sztucznego jedwabiu systemem wiskozowym, który, chociaż późniejszy od innych, stał się najważniejszym, gdyż obejmuje 85% całej produkcji sztucznego jedwabiu.

Patent na wytwarzanie — wprawdzie jeszcze nie włókna wiskozowego, a tylko samej cieczy, t. zw. wiskoidu — wzięli w r. 1892 *Cross, Bevan i Beadle* (E. P. 8700); ciecz tę otrzymywano przez rozpuszczenie w ługu sodowym związku zmerceryzowanej celulozy z siarczkiem węgla. Dalszym krokiem był ogłoszony wkrótce potem patent, a raczej szereg patentów, *Charles Henry Stearn'a* na metodę, która z tej cieczy pozwala wyprąść nić; jako kąpieli koagulacyjnej używał *Stearn* roztworu soli amonowych.

Metodę tę zrealizowały przemysłowo: w Anglii Fabryka *Courtaulds & Co.*, *Coventry*, w Niemczech Zakłady ks. *Guido v. Donnersmarcka* w Sydowsaue, we Francji fabryka w *Argues-la-Betaille*, a w Belgii fabryka w *Alost*. Dzięki patentowi dr. *Maxa Müllera* z r. 1905 płyn koagulacyjny został

zmieniony i od tej chwili system wiskozowy opowiadał cały niemal przemysł sztucznego jedwabiu tak dalece, że zarówno fabryki oparte na systemie kolodionowym, jak również i wcale nieźle do tego czasu prosperujące fabryki wytwarzające sztuczny jedwab systemem miedziowo-amoniakalnym, zmuszone były zaniechać tej produkcji i przejść na system wiskozowy, zakupując odnośne patenty.

W miarę opanowywania techniki produkcji włókien sztucznych tą czy inną metodą, rodziło się oczywiście zagadnienie polepszania ich gatunkowości. Zagadnienie to stanowi istotę niezliczonych patentów oraz recept, których niejedna fabryka stosuje nieraz cały szereg. Duża ich część poświęcona jest upodobnieniu włókien sztucznych do jedwabiu naturalnego, a zwłaszcza zmniejszeniu bardzo silnego, lecz martwego połysku (t. zw. po niemiecku „Speckglanz”), z którego dumny był coppersmith *Charadonnet*, a który, z biegiem czasu, uznany został za nie miły. Owo przytłumienie połysku w mniejszym lub większym stopniu, aż do całkowitego zmatowania jedwabiu włącznie, opisane jest np. w patentach: A. P. 1251237 — 1917 r. i 1875894 — 1932 r.; E. P. 15343 — 1900 r., 213931 i 255623 — 1925 r., D. R. P. 52977 — 1889 r., 137255 — 1901 r., 178985 — 1906 r., 238843 — 1908 r., 428189 — 1926 r., B. F. 605161 — 1925 r. i w. i.

Pominałem w tym krótkim zarysie historycznym cały szereg prób, które dotychczas nie znalazły praktycznego zastosowania. Wspomnę jednak o jednej nowej próbie zastosowania bardzo starego pomysłu. Mam tu na myśli „*Lanital*”.

Zagadnienie zastosowania kazeiny i w ogóle substancji białkowych do fabrykacji sztucznych włókien postawione było b. dawno; jednakże, mimo wielkiej pracy i wielu prób, uchodziło ono jeszcze do ostatnich lat za nierozwiązalne. Kierunek tych prac uwidoczony jest przez długi szereg patentów. Już w r. 1895 *Adam Millar* wskazał w licznych patentach sposoby otrzymywania włókien z substancji białkowych, żelatyny jako też i kazeiny; jednakże rezultaty prób nie były zachęcające. Następnie dr. *F. Todtenhaupt* z Dessau, w latach 1904 do 1907, ogłosił prace, w których, jak sądził, zadanie to rozwiązał; i te próby jednak zawiodły. W r. 1908 *Chavassieu* wskazał nowy sposób wytwarzania włókien z kazeiny, na którego podstawie nie tylko on, lecz i szereg fabrykantów miało nadzieję uzyskać dobre rezultaty. Włókno otrzymane tą metodą miało jednak b. niewielką wytrzymałość na rozzerwanie i było kruche; i te próby zostały więc zaniechane.

Chavassieu przygotowywał ciecz, rozpuszczając kazeinę w alkalicznym siarczku węgla; droga ta okazała się rzeczywiście praktyczną, zwłaszcza, gdy zaczęto mieszać otrzymaną w ten sposób ciecz z wiskożą, przez co osiągnięto lepsze rezultaty.

Wreszcie inż. *Feretti* w r. 1937 zgłosił patent na taki sposób otrzymywania kazeiny, że włókno z niej wyprodukowane jest bardziej wytrzymałe; wydaje się więc, że i to zagadnienie zostało w końcu rozwiązane. Włókno otrzymane tym ostatnim systemem nazwano „*Lanital*”; jest ono fabrykowane we Włoszech, a niebawem ma być produkowane i w Polsce w fabryce „*Polana*” w Pabianicach.

Opisałem powyżej prace, mające na celu praktyczne zastosowanie metod produkcji sztucznego włókna; nie wspominałem zaś dotychczas o pracach

o charakterze czysto naukowym. Trzeba przyznać, że w ciągu tych 50 lat od powstania sztucznego jedwabiu zakres naszych wiadomości teoretycznych o celulozie i o zjawiskach, towarzyszących procesom fabrykacyjnym, został znakomicie rozszerzony. Jak już wspominałem, w czasie, gdy *Chardonnet* rozpoczął swą pracę, własności celulozy były jeszcze b. mało znane; dopiero cały szereg późniejszych prac, jak *Lungego* i jego uczniów, *Cross'a*, *Bevan'a*, *Beadle'a*, *K. Hess'a*, *Heusera*, *Staudingera*, *K. Meyera*, *Marka*, *Freudenberga*, *Schwalbego*, *Haworth'a* i innych rozszerzyły nasze pojęcia tak dalece, że z czysto empirycznych operacji zaczynamy przechodzić do pracy, opartej na istotnej znajomości rzeczy.

Rozwój produkcji sztucznego jedwabiu stworzył nowe, poprzednio nieistniejące możliwości we włókiennictwie. Potaniecie i upowszechnienie się tego produktu nasunęło myśl zastępowania włóknami sztucznymi również i innych włókien naturalnych, tańszych od jedwabiu naturalnego, jak np. wełny i bawełny. W odróżnieniu jednak od jedwabiu, składającego się z cienkich nitok „bez końca”, wełna i bawełna składają się z włosków kilku- czy kilkunastocentymetrowej długości. Włókno sztuczne, mające zastąpić wełnę lub bawełnę, musi zatem być pocięte na odcinki odpowiedniej długości, i nadawać się do przerabiania na przędzę w podobny sposób i na tych samych maszynach, jak wełna lub bawełna.

Ojcem sztucznego przędziwa ciętego jest *A. Pellerin*. O próbach jego umieścić pierwszą wzmiankę *Fr. Beltzer* w „*Moniteur Scientifique*” w r. 1908; pierwsze zaś patenty *Pellerin'a* pochodzą z r. 1910. Wspomnieć tu należy o patentach *M. J. Dassonville'a* (B. F. 663171), oraz o niemal jednocześnie ogłoszonych patentach *Girard'a*. Jednakże przed wojną wynalazki te nie znalazły echa i dopiero podczas wojny zaczęto produkować w Niemczech t. zw. „*Stapelfaser*”, które jednak były surogatem o małej wartości.

Właściwie dopiero po zakończeniu wojny podjęto w szeregu krajów, a w szczególności w Niemczech, we Włoszech, a w Polsce — w Tomaszowskiej Fabryce Sztucznego Jedwabiu — intensywne próby produkcji sztucznych włókien ciętych. Kierowano się przy tym myślą potaniecia produkcji, co osiągnięte zostało przez uproszczenie systemu; system ten polega na tym, że kilka lub kilkanaście tysięcy niteczek łączy się w jedną grubą taśmę, biegnącą do odpowiedniego urządzenia odbiorczego, poczem taśmę tę poddaje się płókanu i różnym operacjom technicznym, a w końcu dopiero krajaniu lub rozrywaniu. System ten oparty jest na patentach *E. Schükego*; inne późniejsze patenty zasadniczo systemu produkcji nie zmieniły.

Co się tyczy przemysłu sztucznego jedwabiu w Polsce, to niemal jednocześnie, w r. 1910, założone zostały dwie fabryki oparte na systemie kolodionowym, a mianowicie Tomaszowska Fabryka

Sztucznego Jedwabiu i fabryka sztucznego jedwabiu w Sochaczewie; ta ostatnia jednak nie zdołała przed wojną rozpocząć produkcji, po wojnie zaś zaniechano tam myśli o fabrykacji sztucznego jedwabiu i przerzucono się na produkcję innych artykułów.

Natomiast Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu już przed wojną rozwinęła dość dużą aktywność, zaś po wojnie nie tylko zdołała utrzymać swą produkcję, lecz stale i b. znacznie ją rozszerzała. Podobnie jak inne fabryki, oparte na systemie kolodionowym, i Tomaszowska Fabryka przeszła z czasem na system wiskozowy; to przestawienie produkcji zakończone zostało w r. 1930.

W r. 1912 zostało założone Tow. Akc. Myszowskiej Fabryki Sztucznego Jedwabiu. Fabryka ta miała pracować systemem miedziowo-amoniakalnym, jednakże przed wybuchem wojny nie zdołano przystąpić do produkcji, po wojnie zaś, po kilku latach bezczynności, i ta fabryka zmuszona była przejść na system wiskozowy.

Wreszcie w r. 1927 powstała Fabryka Przędzy i Tkanin Sztucznych „*Chodaków*”, pracująca metodą wiskozową.

Jak widzimy z tego krótkiego zarysu historycznego, myśl, która zrodzona została w głowie genialnego wynalazcy, hr. *de Chardonnet'a*, podobnie jak *Pallas Atena* zrodziła się z głowy Zeusa, okazała się ogromnie płodną i doprowadziła do rozwoju wielkiej, zupełnie nowej gałęzi przemysłu, dającej dziś zatrudnienie setkom tysięcy ludzi.

LITERATURA.

- F. Becker*, Die Kunstseide, 1912.
E. Bronnert, Emploi de la cellulose pour la fabrication de fils brillants, imitants la soie, 1909.
A. Chapelet, Les soies artificielles, 1926.
Clement et Roviére, Les matières plastiques et les soies artificielles, 1924.
O. Faust, Kunstseide, 1936.
J. Foltzer, La soie artificielle et sa fabrication, 1929.
H. Glafey, Rohstoffe der Textilindustrie, 1911.
A. J. Hall, The Chemistry and Technology of artificial silk, 1928.
R. O. Hertzog, Kunstseide, 1927.
V. Hottenroth, Die Kunstseide, 1929.
F. Reinthaler, Die Kunstseide, 1926.
W. Weltzien, Chemische und physikalische Technologie der Kunstseiden, 1929.
E. Wheeler, The manufacture of artificial silk, 1928.
H. Süvern, Die Künstliche Seide, 1931.
O. N. Witt, Die Künstlichen Seiden.
Beltzer & Persoz, Les matières cellulosiques.
Cross & Bevan, Cellulose.
E. Heuser, Lehrbuch der Cellulosechemie, 1928.
P. Karrer, Polymere Kohlehydrate, 1926.
Piest, Die Cellulose, 1920.
Schwalbe, Chemie der Cellulose.
Szarkow, Chimja wiskozy, 1935.

Dr. J. MARCHLEWSKA

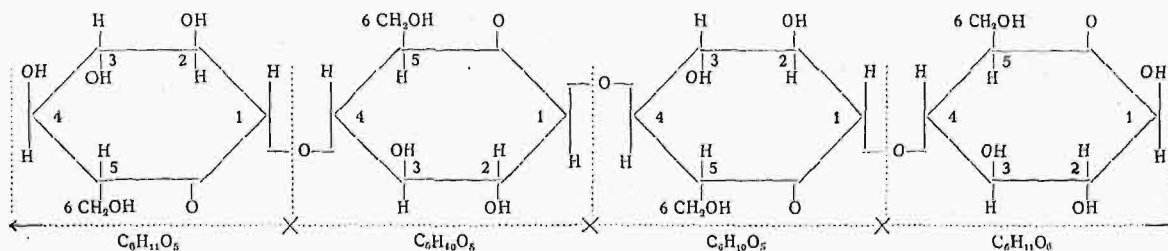
661. 713:677—161

Celuloza jako surowiec dla wytwarzania sztucznych włókien

Surowcem dla wytwarzania sztucznych włókien jest celuloza, występująca w świecie roślinnym: w bawełnie, w drewnie drzew iglastych i liściastych oraz w trawach.

Celuloza występuje w przyrodzie, jako ciało stałe; badania rentgenograficzne wykazały, że posiada ona budowę krystaliczną. Podłużne kryształki celulozy nazwano „micelami” lub „kryształitami”. Natomiast roztwory celulozy lub jej pochodnych nie zachowują się tak, jak inne normalne krystalizujące związki organiczne.

Każda celuloza, niezależnie od jej pochodzenia, z rami, lnu, bawełny, traw czy drewna, ma tę samą postać krystaliczną, gdyż wykazuje zawsze te same położenia interferencji w rentgenogramie. Jedynie ostrość i kształt plam interferencyjnych zmieniają się w zależności od stopnia orientacji micel, t. j. od średniej wartości kąta między osią każdej miceli a osią włókna. Od stopnia orientacji micel celulozy zależą również własności mechaniczne: im orienta-



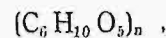
cja jest doskonalsza (w przypadku doskonałym os miceli leży równoległe do osi włókna), tym wyższa wytrzymałość na rozerwanie.

Badania strukturalne, chemiczne i rentgenograficzne wykazały zgodność i określono wielkość reszty glukozy łączą się w łańcuchy, które są paszty glukozy na 8 Å średnicy i 3 Å grubości. Remami o długości kilku tysięcy Angströmów, a szerokości 8 i grubości mniej więcej 3 Å.

Badania mikroskopowe zezwalają na badanie fibryli, z których zbudowane jest włókno. Stwierdzono, że średnica fibryli wynosi około 10^4 Å. Pytanie, jak łączą się kryształity w fibryle, nie jest dotąd jednoznacznie rozstrzygnięte¹⁾, a pytanie to dlatego jest ważne, że własności fizykochemiczne roztworów celulozy zależą właśnie od budowy wewnętrznej włókna.

K. H. Meyer i H. Mark uważali, że fibryle zbudowane są z cegiełkowo ułożonych micel; na micel składa się 40—60 łańcuchów złączonych siłami *van der Waalsa* — przy czym jeden łańcuch (tak zwany głównych wartościowości) należy do jednej określonej miceli, odgraniczonej od innych. Można więc budowę przyrównać do równoległe leżących kryształków, tak, jak znamy to z metalografii np. mieszanin eutektycznych.

Natomiast H. Staudinger wykazał na podstawie badań nad lepkością i nad substancjami modelowymi, że długość łańcucha głównych wartościowości może być znacznie większa, niż rentgenograficznie znaleziona długość miceli. Staudinger nazywa takie łańcuchy „makro-cząsteczkami” i uważa, że w roztworze celuloza występuje w postaci makro-cząsteczek, a nie micel. Jednak wszyscy badacze zgodni są na punkcie łańcuchowej budowy celulozy. Sumaryczny wzór czystej celulozy z bawełny czy innych roślin brzmi:



gdzie n oznacza stopień polimeryzacji.

Reszty bezwodnika glukozy są powiązane ze sobą w jednakowy sposób przez wiązania 1,4 glukozydowe, tworząc łańcuch.

Np. łańcuch głównej wartościowości z 4 reszt glukozy wygląda jak następuje:

Grupy $C_6H_{10}O_5$ związane są za pomocą mostka tlenowego, grupa końcowa $C_6H_{11}O_5$ może ulegać tautomerii na wolną grupę aldehydową. Zezwala to na ujęcie zagadnienia grup końcowych z punktu widzenia chemicznego.

Silnie utleniające środki działają na atomy węgla grup CH_2OH (6), przeprowadzają je najpierw w grupy aldehydowe, po tym karboksylowe. Wiązania tlenowe w pobliżu nowo powstałych grup ulegają osłabieniu, a wreszcie rozerwaniu, i łańcuch rozpada się.

Skrócenie łańcucha nazywamy odbudową, skutkiem jej jest rozbitcie łańcucha na szereg członów, a więc zmniejszenie stopnia polimeryzacji, zwiększenie zaś ilości grup końcowych $C_6H_{11}O_5$.

Grupy końcowe można analitycznie określić przez oznaczenie t. zw. liczby miedzi *Schwalbe*²⁾, metoda ta opiera się na zdolności redukcyjnej aldoz (wytrącania czerwonego Cu_2O z kompleksowo-rozpuszczonego tlenku miedziowego), albo przez oznaczenie liczby jodu wg *Bergmann-Machemera*³⁾.

Włókno posiada tym gorszą wytrzymałość fizyczną, im celuloza jest bardziej odbudowana, a im bardziej jest odbudowana, tym musi wykazywać wyższą liczbę miedzi. Dlatego oznaczanie liczby

¹⁾ H. Mark, Der Papier-Fabrikant, 36, 57, (1938).

²⁾ C. G. Schwalbe, B. 40, 1347, (1907); Die Chemie der Cellulose, Berlin, Gebr. Bornträger 1911.

³⁾ Bergmann i Machemer, B. 63, 316, 2304, (1930).

miedzi jest najstarszą, a zarazem najprostszą metodą oznaczania stopnia odbudowy, stosowaną w przemyśle mas celulozowych.

Dla dalszej chemicznej przeróbki masy celulozowej bardzo wielkie znaczenie posiada fizyczna jednorodność celulozy, t. zn. łańcuchy celulozy powinny wykazywać możliwie jednakowy stopień polimeryzacji. Określenie stopnia polimeryzacji musi być znacznie dokładniejsze, niż na to pozwala oznaczenie liczby miedziowej.

Okazało się, że praktycznie wystarczające dokładne wyniki dają pomiary lepkości.

Wg *Staudingera*⁴⁾:

$$\eta_{\text{wt}} = K_m M$$

η_{wt} mierzy się w ściśle określonych warunkach; K_m jest wówczas stałą, M oznacza ciężar cząsteczkowy. Z ciężaru cząsteczkowego można wyliczyć stopień polimeryzacji.

To też dzisiaj przemysł masy celulozowej, przeznaczony do przeróbki na sztuczne włókna, śledzi przebieg produkcji masy celulozowej za pomocą pomiarów lepkości w różnych stadiach fabrykacji.

Na drodze chemicznej i rentgenograficznej stwierdzono, że naturalna celuloza z bawełny i innych roślin jest ta sama; dlaczego więc do ostatnich czasów przemysł sztucznych włókien (z wyjątkiem jedwabiu wiskozowego) używał celulozy w formie lintersów?

Przemysł sztucznych włókien wymaga od surowca następujących własności:

- 1) pod względem chemicznym — wielkiej czystości, a więc wysokiego procentu alfa-celulozy,
- 2) pod względem koloidowo-chemicznym — odpowiedniego stopnia polimeryzacji, czyli odpowiedniej lepkości; wysokich zdolności adsorpcji i reagowania,
- 3) pod względem fizycznym — a) dobrej białości, a więc usunięcia barwiących inkrustów i barwników, b) odpowiednio dobrej wytrzymałości włókna.

Bawełna zbliża się najbardziej do wyżej podanych wymagań, masy celulozowe natomiast odpowiadają zwykle jednemu z wymienionych warunków, niekiedy dwóm, bardzo rzadko wszystkim trzem równocześnie. Oto przyczyna, dlaczego przemysł sztucznych włókien dotąd wyróżniał lintersy.

Celem otrzymania jasnego obrazu rozpatrzmy najpierw podobieństwa i różnice między lintersami z bawełny i masą celulozową z drewna.

Podobieństwo jest jedno i ono właśnie pozwala na zastępowanie lintersów masą celulozową — czysta celuloza jest zawsze chemicznie ta sama.

Różnice między bawełną i masą celulozową są natury morfologicznej, chemicznej i koloidowo-chemicznej.

I. Budowa włókien bawełny i masy celulozowej.

Włókno bawełny składa się z jednej komórki pasmowej, wykazującej przeważnie spiralny skręt.

Pośrodku posiada t. zw. lumen — przestrzeń próżną, wypełnioną powietrzem, która jest przyczyną większej zdolności wchłaniania, a więc i zdolności reagowania.

Grubość włosa wynosi około 10—40 μ , długość 10—50 mm. Zewnętrzną warstwę tworzy t. zw. cuticula, którą można przez traktowanie chemiczne usunąć.

Zwraca uwagę wysoka wytrzymałość bawełny, także w stanie mokrym, zapewniona przez spiralny kształt włókna.

Spiralna budowa naturalnego włókna bawełny jest przez to interesująca dla przemysłu włókienniczego, że dzięki niej osiąga bawełna podwyższenie rozciągliwości o około 5%, co wyróżnia ją zśród naturalnych włókien celulozowych.

K. H. Meyer i *H. Mark* obliczają na podstawie pomiarów rentgenograficznych i założeń teoretycznych wytrzymałość na rozciąganie włókna celulozowego, (zbudowanego nie z nieskończenie długich łańcuchów głównej wartościowości, a z łańcuchów złożonych ze 100—200 reszt glukozy, przy czym można przyrównać łańcuch głównych wartościowości do nitki jedwabiu, złożonej z nieskończenie długich nitek pojedynczych, włókna celulozowe zaś do nitki czesanej wełny, co tłumaczy różnicę wytrzymałości tych dwóch rodzajów nitki) na maksymalną wartość 200 kg/mm², gdy naturalna bawełna posiada wytrzymałość 28 kg/mm². Udało się jednak już otrzymać sztuczne włókna o wytrzymałości 80 kg/mm².

Drewno składa się z różnorodnych komórek:

- 1) Trachealnych, które w żyjącym drzewie służą głównie do przenoszenia wody, przy czym:
 - a) dla drzew iglastych są to zamknięte komórki w kształcie rurek lub włókien, t. zw. tracheidy;
 - b) dla drzew liściastych są to trachee — otwarte, różnego kształtu naczynia.
- 2) Parenchymalnych, które służą żyjącym drzewom do wymiany materii i stąd zawierają jeszcze protoplazmę, a także skrobię, oleje, żywicę i t. d.
- 3) Sklerenchymalnych — komórek w kształcie włókien, służących do wzmocnienia tkanek (występują tylko u drzew liściastych).

Podczas gotowania drewna z drzew iglastych komórki parenchymalne ulegają przeważnie zniszczeniu tak, że w gotowych masach celulozowych zasadniczo znajdujemy tylko tracheidy.

Długość włókien masy celulozowej z drzew iglastych wynosi 2,5—3,8 mm, szerokość 0,02—0,07 mm; długość włókien z drzew liściastych wynosi około 1 mm przy szerokości 0,03 mm. W tym ostatnim wypadku należy pamiętać o licznych naczyniach w kształcie rurek, które wykazują większe bogactwo por, wpływających dodatnio na zdolność podnoszenia wody.

Włókna słomy składają się z komórek nabłonka, łyka i parenchymalnych. Średnia długość włókien jest mniejsza niż dla drzew iglastych, natomiast stosunek długości do szerokości włókna jest lepszy.

II. Różnica między bawełną a masą celulozową pod względem własności koloidowo-chemicznych.

Bawełna łatwiej pęcznieje, wskutek większej zdolności reagowania można ją łatwiej i lepiej ze-

⁴⁾ *H. Staudinger*, książka str. 56, lub np. *Kolloid* — Z. 53, 19 (1930).

stryfikować. Roztwory jej są bardziej lepkie (wskutek wyższego stopnia polimeryzacji), niż mas celulozowych częściowo odbudowanych (zdepolimerizowanych w czasie otrzymywania).

III. Skład chemiczny bawełny i masy celulozowej.

Masa celulozowa różni się od bawełny zawartością inkrustów (ligniny), żywicy i węglowodanów rozpuszczalnych w alkaliach (hemielulozy, pentozany i t. d.).

Należy tu usilnie podkreślić, że wyżej wymienione składniki nie są w żadnym wypadku substancjami chemicznie jednorodnymi, i że chodzi o mniej lub więcej konwencjonalne pojęcia. Tak np. oznacza się przez alfacelulozę — część celulozy nierozpuszczalną w 18%-owym ługu sodowym, jako hemielulozy — części celulozy rozpuszczalne w 18%-owym NaOH. Jako żywicę oraz tłuszcze określa się części rozpuszczalne w eterze i alkoholu i t. d.

Ponieważ nie chodzi o substancje ściśle określone chemicznie, należy ostrzec przed porównywaniem wyników analiz, otrzymywanych różnymi metodami.

Porównywalne są tylko wyniki analiz wykonanych jedną i tą samą metodą.

Wracając do różnic chemicznych między celulożą lintersów i drewna, należy raz jeszcze podkreślić, że celuloza z bawełny po mechanicznym oczyszczeniu, ługowaniu i bieleniu daje doskonałe włókna, natomiast masę celulozową trzeba najpierw wyodrębnić z drewna czy traw. W poniższej tabeli zestawiono skład drewna różnych drzew:

Analizy drzew niemieckich.
wg C. G. Schwalbego i E. Beckera ⁹⁾.

Składniki (procenty bezwodnych substancji)	<i>Picea excelsa</i> świerk	<i>Pinus silvestris</i> sosna	<i>Fagus silvatica</i> buk
Popiół	0,77	0,39	1,17
Żywica, wosk i tłuszcze (wyciąg eterowy + wyciąg alkoholowy) .	2,30	3,45	1,78
Białko	0,69	0,80	1,05
Pentozany	14,30	13,25	25,88
Celuloza wolna od pentozanów	57,84	54,25	53,46
Lignina	28,29	26,35	22,46

W przemyśle otrzymuje się masę celulozową przez chemiczne — kwaśne lub zasadowe rozwiązanie. Metody roztwarzania są następujące:

- a) metoda siarczynowa: *Mitscherlich'a* lub *Ritter-Kellner'a* (głównie drewno świerkowe, także twarde drewno bukowe, gotowanie strużki w wysokich temperaturach i pod ciśnieniem),
- b) metoda sodowa (głównie krótko-włókniste drewna drzew liściastych: topoli, osiki, jesionu, brzozy; gotowanie strużki w wysokich temperaturach i pod ciśnieniem),
- c) metoda siarczanowa (drewno świerkowe, sosnowe, drewna o dużej zawartości żywicy, go-

towanie strużki w wysokich temperaturach pod ciśnieniem),

- d) metoda kwasu azotowego (drewno bukowe),
- e) metoda chlorowa wg *Pomilio* (drewno topoli, słoma, bambus i t. d.).

Przez roztwarzanie t. zw. gotowanie usuwa się częściowo ligninę, pentozany, żywicę i tłuszcze, a przynajmniej przeprowadza się je w łatwiej reagującą postać. Produkt otrzymany po gotowaniu nie jest czystą celulozą, należy usunąć ciała obce i dzieje się to przez bielenie masy celulozowej. Bieli się za pomocą chloru i podchlorynu (sodu lub wapnia), energicznie bielenie prowadzi nie tylko do usunięcia inkrustów, ale i do rozerwania wiązań tlenowych reszt glukozydowych, a więc zmiany stopnia polimeryzacji. Silnie bielone masy celulozowe są zawsze silnie odbudowane.

Dla zobrazowania wyników bielenia podaję wg *Hawley'a i Wise'a* ¹⁰⁾, zestawienie analiz niebielonej i bielonej, zwykłej celulozy siarczynowej, świerkowej, normalnie gotowanej i prawidłowo bielonej.

Masa	Alfa-celuloza	Hemielulozy	Lignina	Liczba miedzi	Pentozany	Żywica wolna	Popiół
Niebielona .	87,60	12,40	1,99	2,42	5,14	1,45	0,49
Bielona	87,12	11,75	0,66	2,47	4,78	1,13	0,58

Przez bielenie zmniejszono zawartość ciał obcych, jednak nie otrzymano jeszcze masy celulozowej, nadającej się do dalszej chemicznej przeróbki. Przez odpowiednie (dwa lub więcej — stopniowe) alkaliczne bielenie i końcowe traktowanie po bieleniu siarczynowej masy celulozowej ze świerka, (by usunąć produkty odbudowy, powstałe w czasie bielenia oraz resztki środków bielących, które mogłyby wywoływać dalszą odbudowę celulozy w gotowej masie) otrzymuje się bardziej wartościowe masy o zawartości: alfa-celulozy do 90%, hemielulozy do 10%, popiołu poniżej 0,2%, żywicy i tłuszczy do 0,5%; liczba miedzi poniżej 1,3. Jak widać z powyższych danych, przez bielenie i końcowe traktowanie usuwa się ciała obce, w większym stopniu, lecz niecałkowicie.

Jednak obecność takich ciał, jak lignina, żywice, węglowodany rozpuszczalne w alkaliach, barwniki i garbniki, metale ciężkie, zakłóca przebieg produkcji sztucznych włókien.

Wyżej wymienione ciała obce rozpuszczają się np. częściowo w ośrodku reakcyjnym, zanieczyszczają go i powodują złą wydajność; częściowo pozostają w jakiegokolwiek postaci w gotowym produkcie i pogarszają jego własności (łamliwość, złe własności elastyczne i wytrzymałościowe sztucznych włókien, nietrwałość estrów celulozy), wreszcie doprowadzają wskutek złej rozpuszczalności do zmętnień i trudności przy sączeniu roztworów pochodnych celulozy. (Szczególnie dotyczy to zawartości pentozanów w masach przerabianych na octany celulozy; obecność pentozanów powoduje występowanie trudno odsączalnych zmętnień w roz-

⁹⁾ C. G. Schwalbe i E. Becker, Z. angew. Chemie 32, 229, (1919).

¹⁰⁾ Hawley i Wise, The Chemistry of Wood, New York 1926, str. 255.

tworach acetylocelulozy, przeznaczonej do przędzenia). Dlatego też wymagania przemysłu sztucznego jedwabiu, pracującego metodą miedziowo-amoniakalną, nitracyjną (kolodionową), octanową i *Lilienfeld'a* (z eterów celulozy) nie dają się zaspokoić tego rodzaju produktami, otrzymywanymi z drewna.

Masy celulozowe przerabiane na estry i etery celulozy muszą zawierać 94—98% alfa-celulozy i tylko ślady ciał obcych, ponadto muszą posiadać wysoką zdolność reagowania i bardzo równomierną lepkość (równomierny stopień polimeryzacji). Celem sprostania wymaganiom tych gałęzi produkcji sztucznych włókien należy masy celulozowe poddać „uszlachetnieniu”. Przez uszlachetnienie rozumie się podwyższenie zawartości alfa-celulozy, usunięcie węglowodanów rozpuszczalnych w alkaliach, usunięcie resztek ligniny, żywicy, tłuszczów, usunięcie metali ciężkich, obniżenie popiołu.

W ciśniejszym znaczeniu używa się określenia „uszlachetnianie” tylko jako podwyższenie zawartości alfa-celulozy.

Z drugiej strony mówi się o masach uszlachetnionych, jeśli masy celulozowe posiadają większą zdolność reagowania.

Masy celulozowe szlachetne — w Ameryce znane jako „Alfa-rayon-pulp”), w Niemczech pod nazwą „Edelzellstoffe”), jak wykazuje poniższe zestawienie⁷⁾ pod względem własności chemicznych prawie nie ustępują lintersom.

%	Bawelna	Masa celuloza siarczynowa bielona	Masa celulozowa uszlachetniona
Alfa-celuloza	99 — 98	83 — 86	93,5 — 96
Hemicelulozy	4 — 6	14 — 17	4 — 6,5
Ogólna celuloza	99	97 — 99	99
Lignina	0,3	0,5 — 3,0	0,3
Liczba miedzi	0,6 — 2,0	3,5 — 5,6	1,0 — 2,3
Żywica i tłuszcze	0,3	0,5 — 1,0	0,2 — 0,4
Pentozany . . .	0,5 — 1,0	3,5 — 5,5	1,0 — 2,4

Do powyższej tabeli należy jeszcze dodać, że obecnie otrzymuje się już na skalę przemysłową masy, wykazujące 98% alfa-celulozy. Aby uszlachetnić masy celulozowe siarczynowe, można wychodzić ze zmienionych warunków gotowania, a więc gotować z jednozasadowym siarczynem sodowym, albo stosować dwustopniowe gotowanie i t. d.⁸⁾

Przez zmienione warunki gotowania można obniżyć w masie niebielonej zawartość ligniny i pentozanów.

Zwykle jednak wychodzi się z mas gotowanych wg *Ritter-Kellner'a* za pomocą jednozasadowego siarczynu wapniowego i odpowiednio bieli, a następnie poddaje dalszym traktowaniom.

Bardzo dogodnie okazało się bielenie podchlorynem sodowym, zamiast wapniowym, ponieważ sole sodowe z reguły są łatwiej rozpuszczalne od soli wapniowych, łatwiej więc dają się usunąć.

⁷⁾ E. Hochberger i E. Opfermann, Książka II str. 334.

⁸⁾ Zestawienie patentów literatury: Rossmann, Paper Trade Journal 86, 59, (1928).

Ślady ligniny (lignina powinna prawie zupełnie zniknąć, jeśli masa była dobrze gotowana i prawidłowo bielona) usuwa się za pomocą dalszego działania roztworem dwu- lub jednozasadowych siarczynów, albo przez działanie związkami organicznymi, co jednak ze względów gospodarczych nie nadaje się.

Żywice i tłuszcze można oddzielić albo przez traktowanie alkaliami, albo przez połączone działanie mechaniczne i chemiczne, w końcu przez kosztowne ekstrahowanie rozpuszczalnikami organicznymi lub też przez działanie alkaliu łącznie z mydłami, jako środkami usuwającymi żywicę i zwiłżającymi.

Usuwanie węglowodanów za pomocą alkaliów trzeba prowadzić bardzo ostrożnie, gdyż ługi żrące atakują również i samą celulozę.

Produkty odbudowy celulozy (oksy- i hydrocelulozy) można dość dobrze usunąć przez alkaliczne bielenie. Natomiast hemicelulozy są odporne na wszelkie łagodne działania. Można je usunąć za pomocą kwasów, siarczynów i alkaliów. Traktowanie kwasami nie jest niczym innym jak hydrolizą i doprowadza odbudowę aż do łatwo rozpuszczalnych cukrów, jednak stosuje się je rzadko, ze względu na niebezpieczeństwo naruszenia samej celulozy. Oczyszczanie za pomocą siarczynów omówiono wyżej przy ligninie.

Według znanej reakcji *Cannizzaro* alkalia przeprowadzają aldehydy w mieszaninę różnych ilości alkoholu i kwasu:



Z chwilą kiedy *Tollens*⁹⁾ dowiódł, że produkty odbudowy celulozy (oksy i hydrocelulozy) podlegają reakcji *Cannizzaro*, można było na tej drodze usunąć pochodne, gdyż nie zmieniona celuloza pozostaje jako substancja nierozpuszczalna w ługu.

Ale dopiero *Opfermann* i *Friedmann*¹⁰⁾ przez zastosowanie łagodnego traktowania alkaliami otworzyli drogę uszlachetnianiu masy celulozowej. Od tego czasu doprowadzono metodę uszlachetniania za pomocą alkaliu prawie do doskonałości. W niniejszym artykule można tylko wskazać na oryginalną literaturę patentową¹¹⁾.

Na zakończenie należy podkreślić, że wszystkim procesy uszlachetniania, a także i zwykłe bielenie, dają tylko wówczas dobre wyniki, jeśli masę po różnych stadiach produkcji się dobrze wielokrotnie płucze.

Głównym warunkiem dobrego płukania jest używanie miękkiej wody, co stale podkreślają patenty na uszlachetnianie celulozy.

Przechodząc do wymagań przemysłu sztucznych włókien w dziedzinie własności koloidowo-chemicznych, stwierdzić należy, że dotyczą one głównie lepkości, gdyż masy powinny posiadać określony stopień polimeryzacji, czyli lepkość powinna się wahać w określonym, wąskim zakresie. Dla przerobu mas celulozowych metodą wiskozową wymaga

⁹⁾ *Tollens* i *Faber*, B. 34, 2596 (1901); *Tollens* und Mitarbeiter, B. 34, 1431 (1901).

¹⁰⁾ *Opfermann* i *Friedemann*, D. R. P. 219085 (1909).

¹¹⁾ Porówn. *Opfermann* i *Hochberger*, książka II, str. 364.

się stopnia polimeryzacji 600—900, gotowy jedwab miedziowo-amoniakalny wykazuje 400—500, estry i etery celulozy do celów lakierniczych winny posiadać stopień polimeryzacji między 200 i 500. Jeśli stopień polimeryzacji jest mniejszy od 150, to powstają ciała hemikoloidowe, nie dające już produktów o określonej wytrzymałości.

Lintersy niebielone posiadają stopień polimeryzacji 1500—2000. Masy celulozowe wg *Staudingera*¹²⁾ posiadają następujące średnie stopnie polimeryzacji:

Masa celulozowa siarczynowa z drewna świerkowego, zależnie od stopnia bielenia (<i>Kehl</i>)	500—1000
masa celulozowa sodowa z drewna sosnowego „Stora”	660
masa celulozowa siarczynowa z drewna bukowego	800—900

Przemysł sztucznych włókien niechętnie przerabia wysoko cząsteczkowe celulozy, gdyż roztwory eukoloidowych celuloz (stopień polimeryzacji 500—2000) wskutek swojej wysokiej lepkości, sprawiają zbyt wiele trudności technicznych. Trzeba osiągnąć zakres mezokoloidowych celuloz (stopień polimeryzacji 200—500), aby otrzymać surowce do przeróbki na sztuczne włókna.

Aby osiągnąć właściwy stopień polimeryzacji, poddaje się masę celulozową odbudowie utleniającej, a dzieje się to przeważnie przez odpowiednio prowadzony proces bielenia. Można także obniżyć lepkość przez działanie elementarnego chloru, przez gotowanie z alkaliami w ściśle określonych warunkach, np. pod ciśnieniem, i t. d.¹³⁾

Obniżanie lepkości, czyli skracanie łańcuchów celulozy, musi być dokładnie kontrolowane, by rzeczywiście otrzymać masę celulozową o wymaganej lepkości, a nie działać zbyt energicznie, gdyż zawsze istnieje obawa dojścia do celuloz hemikoloidowych, bezwartościowych dla przemysłu sztucznych włókien.

Z powyższych wywodów widać, że przemysł przerabiający metodą siarczynową masę celulozową ze świerku doszedł niemal do krańca możliwości, różnice chemiczne między masą uszlachetnioną i lintersami są prawie wyrównane. Trudności leżą jeszcze w otrzymywaniu mas o bardzo dużej zdolności reagowania, przez co uniknie się kosztownego „aktywowania” mas, np. przed przeróbką na octany celulozy.

Metoda siarczynowa, którą przerabia się drewno świerkowe, jako najdawniej znana i najlepiej opracowana, dzierżyła prym w produkcji mas szlachetnych. Obecnie jednak młodsze gałęzie przemysłu mas celulozowych konkurują z nią z powodzeniem, zwłaszcza metoda siarczanowa, którą można przerabiać gatunki drewna nawet bardzo bogate w żywicę (sosnę).

Metodą siarczanową osiągnięto dla masy celulozowej bielonej (wg metody *Kamyr'a*) następujące cechy¹³⁾:

alfa-celuloza — 95,5%
hemicelulozy — 4%
liczba miedzi poniżej 1,0
popiół 0,1%.

Od paru lat szwedzka fabryka *Uddeholm A. B.* produkuje uszlachetnioną masę celulozową siarczanową pod nazwą *Alfacel*, wyróżniająca się doskonałymi własnościami chemicznymi i fizycznymi — między innymi wysoką białością.

Z masy celulozowej sodowej można otrzymać surowiec odpowiedni dla przeróbki na sztuczne włókna przez przystosowanie warunków gotowania¹⁴⁾

Przez działanie na drewno bukowe kwasem azotowym, a następnie alkaliami, otrzymuje się masę celulozową o zawartości powyżej 95% *alfacelulozy*¹⁵⁾

Zresztą drewno bukowe gotowane metodą siarczynową daje również bardzo dobre wyniki¹⁶⁾; alfa-celuloza 92%, liczba miedzi 1,34, lignina 0,14%, popiół do 0,14%.

Wreszcie najmłodsza zmodyfikowana metoda *Pomilio* ma dawać następujące wyniki¹⁷⁾:

%	Esparto	Słoma ryzowa	Bambus	Topola
Alfa-celuloza	94,7	95,3	93,1	94,6
Hemicelulozy	4,4	4,4	5,4	5,4
Popiół	0,87	0,27	0,46	0,28
Liczba miedzi	1,78	0,64	0,91	1,31

Jakiego używać surowca i jakich metod otrzymywania masy celulozowej, należy dziś w głównej mierze od czynników gospodarczych.

Chemicy „celulozowcy” rozwiązali technicznie zagadnienie produkcji mas celulozowych, odpowiednich dla wszelkich gałęzi przemysłu sztucznych włókien. Surowce do niedawna uznawane za całkowicie nieodpowiednie, jak słoma, sosna i drzewa liściaste, okazały się przy zmodyfikowanych metodach przeróbki bardzo dobre.

Jeśli chodzi o sztuczny jedwab wiskozowy, to masa celulozowa świerkowa (posiadająca długie włókno), jest najodpowiedniejsza. Natomiast przemysł włókien ciętych czy sztucznego jedwabiu, stosujący estry czy etery celulozy, nie wymaga tych specyficznych własności drewna świerkowego i używa już dzisiaj mas celulozowych o wybitnie krótkich włóknach, np. z drewna bukowego.

LITERATURA.

- O. *Faust*, Celluloseverbindungen, Berlin, *Julius Springer* 1935.
E. *Opfermann* i E. *Hochberger*, Die Bleiche des Zellstoffs, *Otto Elsner*, Verlagsgesellschaft, Berlin 1936.
H. *Mark*, Physik und Chemie der Cellulose, Berlin, *Julius Springer* 1932.
H. *Staudinger*, Die hochmolekularen organischen Verbindungen, Berlin, *Julius Springer*, 1932.

¹⁴⁾ *Durchmann*, A. P. 1780347 (1930).

¹⁵⁾ *Suida* i *Sadler*, Oe. P. 11385 (1937).

¹⁶⁾ H. *Pfertschner*, M. *Gätz* i E. *Waidt*, Der Papier-Fabrikant, 35, 271 (1937).

¹⁷⁾ wg P. *Waentig*, Zellstoff und Papier, 17, 539 (1937).

¹²⁾ H. *Staudinger*, Der Papier-Fabrikant, 35, 233 (1937).

¹³⁾ B. *Shera*, Pacific Pulp and Paper Industry, 10,12,15 — 17 (1936).

Dr. STEFAN POZNAŃSKI, Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu. Sp. Akc.

677—14:677,46:677,05

Technologia chemiczna sztucznego włókna

Powstanie i rozwój przemysłu sztucznego jedwabiu jest dla postępu techniki w ostatnim półwieczu i dla przemian gospodarki światowej w tym okresie czasu zjawiskiem niezmiernie charakterystycznym. Początkowo sprawa wyglądała w zasadzie dość prosto: ze względu na droższą jedwabiu i na dążenie coraz szerszych sfer społeczeństwa do zdobycia tego komfortu, z jakiego korzystały dotychczas tylko warstwy zamożne, powstało zagadnienie wytworzenia na drodze chemicznej sztucznego produktu, naśladującego jedwab, a znacznie od niego tańszego. To zagadnienie nastroczało oczywiście olbrzymie trudności, z jakimi związana jest każda praca pionierska, nie było jednak dodatkowo skomplikowane jeszcze szeregiem innych problemów, które musi rozwiązać przemysł dojrzały. Chodziło na razie o to, by skłonić stary, arystokratyczny przemysł jedwabniczy do przeróbki nowego, znacznie gorszego surowca pochodzenia sztucznego, w celu wytworzenia tańszego, a jednak luksusowego towaru. Wystarczało więc utrzymanie pewnej dostatecznej różnicy cen w porównaniu do jedwabiu naturalnego oraz nadanie produktowi takich własności, które umożliwiłyby jego przeróbkę na istniejących maszynach i otrzymanie zeń wyrobów, głównie dla celów dekoracyjnych (pasmanterie, wyroby galanteryjne i t. p.). W istocie rzeczy, stan taki odpowiadał stosunkowo już mniej korzystnej dla sztucznego jedwabiu koniunkturze, gdyż początkowo za jedwab sztuczny, wobec jego bardzo silnego połysku, płacono niekiedy więcej nawet, niż za jedwab naturalny.

Znacznie później dopiero weszły w grę inne zupełnie wymagania: wytrzymałość mechaniczna i odporność na różnego rodzaju czynniki chemiczne i fizyczne, odgrywające doniosłą rolę przy noszeniu i praniu bielizny i odzieży, osiągnięcie takiego wyglądu i dotyku tkanin i wyrobów, który nie różniłby się od odpowiednich własności tkanin i wyrobów z jedwabiu naturalnego, stworzenie wielkiego przemysłu, przystosowanego do zaspakajania wciąż rosnącego w szybkim tempie zapotrzebowania na sztuczny jedwab, wreszcie stałe i intensywne obniżanie kosztów własnych, podążające za zniżką ceny, wciąż zbliżającej się do ceny tych włókien naturalnych, które służą do masowego spożycia. Gdy więc w okresie początkowym głównie poszukiwano nowych procesów chemicznych, które można by zastosować dla otrzymywania sztucznego jedwabiu, to w ostatnich dziesięcioleciach wysiłki zwrócone były przeważnie w kierunku ulepszenia metod najodpowiedniejszych z już znanych dla przekształcenia ich w ściśle zdefiniowane co do warunków wykonania procesy technologiczne. Wysiłki te zmierzały i zmierzają do otrzymania przy możliwie najniższym koszcie — produktów o jak najwyższej jakości, a zatem i w kierunku zużytkowania tańszych surowców, wprowadzenia procesów regeneracyjnych oraz skonstruowania najbardziej celowej i precyzyjnej aparatury, o coraz to rosnących rozmiarach poszczególnych jednostek i coraz to silniejszej tendencji do zautomatyzowania i wytworzenia procesu ciągłego.

Niewątpliwie powyższa linia rozwoju właściwa jest większości gałęzi przemysłu chemicznego. Cechą charakterystyczną przemysłu sztucznego jedwabiu natomiast jest jego dwoisty, t. j. nie tylko chemiczny, lecz i włókienniczy charakter, przy czym operacje chemiczne częściowo przeplatają się z operacjami mechaniczno-włókienniczymi. Na skutek tego gotowy system włókienniczy, zapożyczony od przemysłu jedwabiu naturalnego, również okazał się z biegiem lat niedość celowym i uległ daleko idącym przekształceniom, zmierzającym do potania i ulepszenia wytwarzanego masowo produktu.

Obecnie rodzaje sztucznego jedwabiu różniczkowały się w stopniu bardzo znacznym, służąc do rozmaitych celów i dając możność urzeczywistnienia każdego z nich, zależnie od kosztów, w sposób bardziej lub mniej doskonały. Punkt wyjścia, jakim było zastąpienie jedwabiu naturalnego w wąskich granicach jego zastosowań z przed półwiecza, został dawno zapomniany. Jedwab sztuczny ośwładnął niemal całkowicie również działami, dawniej obsługiwany w bardzo nieznacznym tylko stopniu przez jedwab naturalny, jak np. wytwórczością bieleziny damskiej i, rzecz ciekawa, pobudzającą przez swą zdolność konkurencyjną przemysł naturalnego jedwabiu do unowocześnienia i potania jego metod produkcyjnych, utworzył i dla niego drogę do szerokiego zastosowania w tej i innych dziedzinach. Należy podkreślić, że wytwórczość jedwabiu naturalnego, aczkolwiek pozostała pod względem ilościowym daleko w tyle za produkcją jedwabiu sztucznego, wykazuje jednak z biegiem lat pewien wzrost, spowodowany zwiększeniem różnorodności zastosowań i liczebności odbiorców. Tym samym rozwój przemysłu sztucznego jedwabiu wpłynął również korzystnie na przemysł, przerabiający jedwab naturalny.

Jedwab sztuczny nie jest obecnie tylko tańszą namiastką jedwabiu naturalnego, lecz niezależnym od niego surowcem włókienniczym, o bardzo wielkiej, wciąż szybko rosnącej produkcji i o pierwszorzędnym znaczeniu gospodarczym. Uniezależnienie się od pierwowzoru poszło również w innym jeszcze kierunku. Okazało się mianowicie, że gdy każdy surowiec naturalny odznacza się stałością własności, podlegającą niewielkim odchyleniom w granicach istniejących w przyrodzie czy wyhodowanych odmian, oraz ograniczonych możliwości sztucznie dokonywanej przemiany (np. merceryzacja bawełny), to włókno sztuczne jest tworzywem niestęchanie podatnym, dającym się urabiać w najrozmaitszy sposób, przez co otrzymuje się nieznanie przedtem postaci, dające w tkaninach i innych wyrobach nowe zupełnie efekty. Dla przykładu można wymienić choćby sprawę połysku czy zmatowienia, którą reguluje się w sztucznym jedwabiu w sposób w szerokich granicach dowolny, kierując się w każdym przypadku wymaganiami estetyki czy mody.

Przystępując do krótkiego przedstawienia zagadnień współczesnej technologii chemicznej sztucznego jedwabiu, należy stwierdzić, że w rzeczywi-

stości mówić trzeba o technologii chemicznej sztucznego włókna w ogóle. Trzeba bowiem mieć również na uwadze sztuczne włókna cięte, których produkcja, datująca się od niedawna, odgrywa dziś już olbrzymią rolę w gospodarstwie niektórych krajów przemysłowych, w szczególności tych, które pozbawione są dostatecznej ilości naturalnych surowców włókienniczych. I tu jednak zagadnienie samowystarczalności, t. j. zastąpienia włókien naturalnych, stało się tylko bodźcem do rozwoju tej nowej gałęzi przemysłu, której korzenie tkwią w osiągnięciach przemysłu sztucznego jedwabiu — zarówno na polu jakości, jak i obniżenia kosztu wytwarzania, wyniki zaś wykraczają poza zasięg możliwości włókien naturalnych, w szczególności bawełny. I tu zaczyna się już przejawiać tendencja do przełamania gotowych form i zbudowania mechanizmu bardziej przystosowanego do szerokich możliwości, jakie stwarza włókno sztuczne, niż jest nim przedalnicstwo bawełniane oraz wełniane zgrzebne i czesankowe.

Mówiąc o sztucznym włóknie, ma się na myśli surowiec dla wytwarzania produktów, służących celom czysto konsumpcyjnym, jak odzież, bielizna osobista, pościelowa czy stołowa, obicia meblowe, draperie i t. p., ostatnio jednak rozpoczęto próby stosowania go również do celów technicznych. Chodzi o opony do samochodów osobowych, ciężarowych i traktorów, w których stosowane dotychczas kordy bawełniane wywołują nadmierne, szkodliwe rozgrzewanie. Jedwab sztuczny, jak wykazały doświadczenia na większą skalę ze specjalnymi jego gatunkami, bardziej nadaje się do tego celu, nawet w najcięższych warunkach pracy. W amerykańskiej prasie fachowej wypowiedzane jest zdanie, że przez zastosowanie sztucznego jedwabiu osiąga się 3-4-krotne zwiększenie trwałości opon. W Niemczech próbuje się również stosować sztuczny jedwab i włókna cięte do wytwarzania pasów napędowych i taśm przenośnikowych, materiałów do krycia samochodów i innych tkanin technicznych. Poza tym używa się sztucznych włókien, jako dodatku do mas plastycznych dla wytwarzania materiału do wyrobu np. kół zębatych. Zapewne w najbliższych latach powstaną na tym polu nowe możliwości zastosowania sztucznych włókien.

Należy tu również wspomnieć o sztucznym włóknie, służącym do zastępowania juty i konopi w tkaninach workowych, a produkowanym we Włoszech dla użytkowania odpadków płynu przędzalniczego, przy wytwarzaniu na wielką skalę bardziej szlachetnych włókien sztucznych. Nawet więc w tym wypadku, gdy chodzi o włókno najtańsze, a przy tym bardzo mocne, produkt sztuczny również znajduje zastosowanie.

Gdybyśmy, rozpatrując zagadnienia przemysłu sztucznych włókien, ograniczyli się do zakresu objętego ściśle tym terminem, wprowadzilibyśmy nieuzasadnione ograniczenie. Opracowano bowiem sposób otrzymywania z takich samych płynów przędzalniczych, jakie służą do wytwarzania włókna, innych również wytworów. Pod względem chemicznym i technologicznym nie ma tu żadnych istotnych różnic aż do chwili formowania produktu, mówiąc więc o technologii chemicznej sztucznego włókna, należy pamiętać, że w odpowiednim zakresie tyczy się to również wytwarzania niektórych innych wyrobów. Najważniejszymi z nich to sztuczna

folia, służąca głównie do opakowania; otrzymuje się poza tym również sztuczne włosie i słomkę, kapsle na butelki, gąbki, różnego rodzaju masy i t. d.

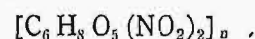
Wobec tego, że przemysł sztucznego jedwabiu zajmuje w chwili obecnej w całej tej dziedzinie pozycję dominującą, będzie on wzięty za podstawę niniejszego artykułu.

Pomysł sztucznego wytwarzania nici podobnej do jedwabiu po raz pierwszy został praktycznie zrealizowany przez hr. *Hilarego de Chardonnet*. Genialny ten wynalazca wyszedł ze słusznego, jak się okazało, założenia, że istota pracy gąsienicy jedwabnika leży nie w chemicznym charakterze wytwarzanej przez nią substancji, lecz w fizycznych warunkach snucia kokonu.

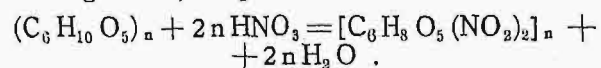
Jak wiadomo, jedwab naturalny składa się z pewnej szczególnej substancji białkowej, nie spotykanej poza tym w przyrodzie, i przy obecnym stanie wiedzy nie dającej się, jak i inne ciała białkowe, zsyntetyzować. Wielu badaczy usiłowało wytworzyć sztuczny jedwab z roztworów różnych ciał białkowych, chcąc otrzymać produkt chemicznie podobny do jedwabiu naturalnego. Wszystkie te wysiłki jednak nie dały wyników praktycznych, i dopiero w ostatnich latach opracowano we Włoszech, z myślą już zresztą nie o jedwabiu, lecz o wełnie, sposób wytwarzania z kazeiny (substancji białkowej mleka) włókna ciętego, zwanego lanitalem.

Chardonnet nie kuśił się wcale o tego rodzaju naśladownictwo chemiczne i użył do wytworzenia nici substancji nie białkowej, lecz otrzymanej z celulozy. Tym samym sięgnął on po najpospolitszy w żywej przyrodzie materiał, główny składnik substancji roślinnej we wszystkich jej rodzajach. Wziął celulozę w najczystszej ze znanych w przyrodzie postaci, a mianowicie jako bawełnę. Krótkie, nie nadające się do przędzenia włókno pokrywane lupiny nasion (owoce) bawełny, włókno znane pod nazwą lintrów, poddane łagodnemu tylko procesowi oczyszczania, a dzięki temu zachowujące prawie bez zmiany rozmiary krystalitów (micel), z których jest zbudowane, jest niewątpliwie najlepszym surowcem dla wytwarzania sztucznego jedwabiu, i mimo, że sposób *Chardonnet'a* został już zarzucony, znajduje dotychczas szerokie zastosowanie w tym kierunku. Im mniej bowiem celuloza jest zdegradowana („odbudowana”), tym wytrzymalsze może dać włókno, a to z następującej przyczyny. Micele stanowią wiązki łańcuchowych cząsteczek; degradacja, skracając łańcuchy, skracając też długość micel, dłuższe zaś micel stykają się nawzajem większymi powierzchniami, silniej więc przylegają do siebie.

Jedwab *Chardonnet'a*, czyli kolodionowy, wytwarzano sposobem następującym. Lintry po rozluźnieniu i wysuszeniu poddawano działaniu mieszaniny kwasów azotowego i siarkowego, otrzymując związek (ester) celulozy z kwasem azotowym, zwany nitrocelulozą. Kwas siarkowy działa tu jako środek, wiążący powstałą z reakcji wodę. Otrzymywano produkt, stanowiący mieszaninę nitroceluloz o różnym stopniu znitrowania, który średnio odpowiada dwunitrocelulozie

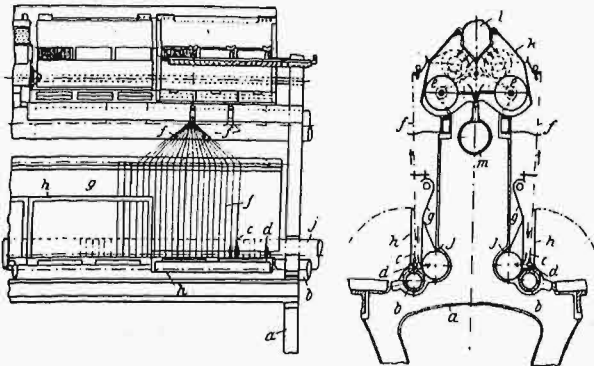


Przebieg reakcji odpowiada równaniu:



Dwunitroceluloza stanowi substancję bardzo łatwo palną, a nawet wybuchową. Po odwirowaniu nadmiaru kwasów, płukano nitrocelulozę wodą, poddawano ją przez gotowanie w wodzie, zakwaszonej kwasem siarkowym, „stabilizacji”, t. j. odszczepieniu nietrwale związanego kwasu siarkowego, odwirowywano wodę, suszono i rozpuszczano nitrocelulozę w mieszaninie alkoholu i eteru. Syropowaty płyn, zwany kolodjum, stanowił materiał do wytwarzania nici. Poddawano go przefiltrowaniu przez tkaniny dla usunięcia choćby drobnych nierozpuszczonych cząstek, czy przypadkowych zanieczyszczeń, uwalniano od pęcherzyków powietrza przez pozostawienie w spokoju na odpowiedni przeciąg czasu, wreszcie przetłaczano przez szklane rurki włoskowate. Zaznaczyć należy, że ze względu na bardzo wysoką lepkość kolodjum, konieczne było przy operowaniu nim stosowanie ciśnień, wyrażających się w dziesiątkach atmosfer.

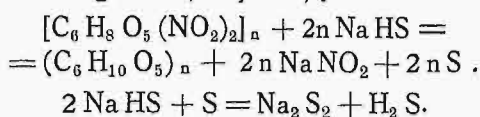
Wychodząc z włoskowatej rurki (kapilarki), cienki strumyk kolodjum, na skutek ułatwienia się rozpuszczalnika w ciepłym powietrzu, natychmiast krzepnie na niteczkę — podobnie, jak to się dzieje przy snuciu kokonu. Tego rodzaju proces nazywamy „suchym” przędzeniem. Niteczki z odpowiedniej ilości kapilarek łączono ze sobą i nawijano jako jedną nić na cewkę, obracającą się w wodzie, służącej do wypłukiwania resztek rozpuszczalnika (rys. 1). Wilgotną nić nitrocelulozową, składającą



Rys. 1.

Rys. 1, 7, 10 i 26 — z książki dr. W. Weltzen, *Chemische und physikalische Technologie der Kunstseiden*, Lipsk 1930. (Copyright 1930 by Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Lipsk).

się z równoległych niteczek, skręcano i motano podobnie, jak nić jedwabiu naturalnego. Ze względu na niebezpieczne własności nitrocelulozy, nie można było używać wprost tak otrzymanej przędzy. Poddawano ją więc uprzednio zdenitrowaniu, t. j. powrotnej przemianie na celulozę. Dokonywano tego przez zanurzenie motków w roztworze kwaśnego siarczku sodu NaHS , w którym następuje odszczepienie kwasu azotowego i jego redukcja, na skutek czego powstaje azotyn sodu NaNO_2 (względnie produkty dalszej redukcji) i wolna siarka. Siarka ulega rozpuszczeniu w nadmiarze kwaśnego siarczku sodu, przy czym powstają wielosiarczki sodu Na_2S^n (najprostszy Na_2S_2) i siarkowodor H_2S . Przebieg reakcji wyrażają równania:



Po zdenitrowaniu, wypłukaniu, wybieleniu i wysu-

szczeniu otrzymywano gotową przędzę jedwabiu kolodionowego.

Jedwab kolodionowy więc, jak i większa część wytwarzanego obecnie sztucznego jedwabiu, składał się nie z pochodnej celulozy, lecz z celulozy wolnej. Różne procesy fabrykacyjne, z wyjątkiem systemu octanowego, wszystkie prowadzą do tego samego zasadniczo celu, jakim jest nadanie celulozie innej postaci, a mianowicie do jej rozpuszczenia na drodze tych czy innych przemian chemicznych, do wytrącenia w postaci niteczek, składających się z odpowiedniej pochodnej celulozy, wreszcie do zregenerowania wolnej celulozy w tych niteczkach.

Wobec konkurencji ze strony nowszych systemów fabrykacji, w szczególności ze strony systemu wiskozowego, przemysł wytwarzający jedwab kolodionowy zmuszony był do przeprowadzania coraz do dalszej obniżki cen, a zatem i do coraz większych oszczędności. Zmierały one przede wszystkim do jak najlepszego odzyskania dość drogiego rozpuszczalników — alkoholu i eteru. Osiągano to różnymi sposobami. Jeden z nich polegał na skropleniu części alkoholu przez oziębienie obciążonego parami powietrza i na związaniu eteru i reszty alkoholu stężonym kwasem siarkowym. Rozcieńczenie kwasu wodą prowadziło do rozszczepienia utworzonego związku; eter odpędzano, a kwas z powrotem zagęszczano. Związany przez kwas siarkowy alkohol przechodził również w eter, rozcieńczony zaś alkohol, zregenerowany przez skroplenie pary i wypłukany z nawiniętego na cewki jedwabiu, wzmacniano przez rektyfikację. Stosowano również inne systemy regeneracji, oparte na pochłanianiu par alkoholu i eteru przez krezol i odpędzaniu lotnych rozpuszczalników przez ogrzanie krezolu, w nowszych zaś czasach wprowadzono również adsorbcję na węglu aktywnym lub na żelu krzemionkowym.

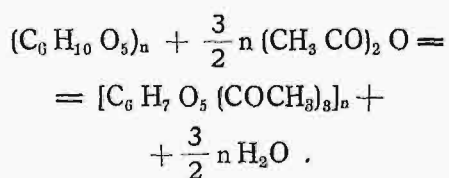
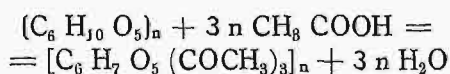
Wynalezienie miedziowo-amoniakalnego sposobu wytwarzania sztucznego jedwabiu nie wpłynęło zbyt na przemysł jedwabiu kolodionowego. Dopiero postępy przemysłu jedwabiu wiskozowego, głównie w okresie powojennym, umożliwiły tak znaczną niżkę cen, jakiej jedwab kolodionowy w końcu nie mógł już znieść, przy najdoskonalszym nawet odzyskiwaniu alkoholu i eteru, co wreszcie doprowadziło do zupełnego zaniechania jego produkcji.

Nim omówimy te dwa nowsze systemy, z których wiskozowy obejmuje obecnie lwią część, bo około 87% całej produkcji sztucznego jedwabiu, rozpatrzmy wpieryw system najnowszy, octanowy, a to ze względu na znaczne jego podobieństwo do systemu kolodionowego, przede wszystkim w samym „suchym” sposobie przędzenia. Produkcja jedwabiu octanowego („acetatu”) stanowi obecnie 9-10% całkowitej produkcji sztucznego jedwabiu. Zaznaczyć należy, że ze względu na odrębne, cenne własności tego włókna, nieco droższego od wiskozowego, ma ono szanse dalszego pomysłowego rozwoju.

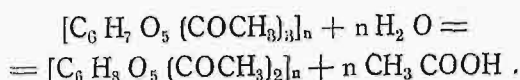
Pomysł wytwarzania sztucznego jedwabiu z acetylocelulozy, t. j. z estru celulozy z kwasem octowym, datuje się niemal od chwili wynalezienia dwuacetylocelulozy, związku rozpuszczalnego w stosunkowo tanim i nieszkodliwym dla zdrowia acetonie. Były i są czynione próby zastosowania w tym celu również innych estrów celulozy i jej eterów (zwią-

zków z alkoholami), nie dały one jednak na razie wyniku praktycznego. Fabrykacja systemem octanowym została zapoczątkowana również tylko dzięki szczególnym warunkom, jakie powstały w okresie powojennym w Anglii, i stamtąd po długotrwałych i kosztownych doświadczeniach przeniesiona została do innych krajów. Najważniejszą przeszkodą dla rozwoju tej nowej gałęzi przemysłu była niemożliwość barwienia jedwabiu octanowego jakimikolwiek znanymi barwnikami. Trudność ta została przezwyciężona przez wynalezienie nowych grup barwników „ciągnących” na acetylocelulozę, nie ciągnących zaś na celulozę. Swoistość jedwabiu octanowego pod tym względem stanowi obecnie jedną z najważniejszych jego zalet, pozwala bowiem na barwienie gotowych tkanin, np. z jedwabiu wiskozowego i octanowego, w ten sposób, że jedna lub druga przędza pozostaje niezabarwioną, albo też każda barwi się inaczej. Uzyskiwanie takich efektów jest bardzo cenione, wobec czego jedwab octanowy znajduje odpowiednie zastosowanie.

Przebieg procesu fabrykacyjnego jest następujący. Odpowiednio przygotowane lintry poddaje się w niskiej temperaturze działaniu mieszaniny acetylującej, złożonej z kwasu octowego CH_3COOH lodowatego (prawie 100%-owego), bezwodnika octowego $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ i katalizatora, jakim jest najczęściej stężony kwas siarkowy (stosowany też bywa chlorek siarkowodorowy lub chlorek cynku). Reakcja przebiega aż do utworzenia trójacetylocelulozy $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_5(\text{COCH}_3)_3]_n$, w myśl następujących równań:



Działanie samym lodowatym kwasem octowym nie prowadzi do celu, gdyż wydzielająca się w reakcji woda hamuje jej dalszy przebieg; bezwodnik octowy zaś daje na tę samą ilość trójacetylocelulozy dwa razy mniej wody. Trójacetyloceluloza rozpuszcza się w takich płynach, jak kwas octowy, chloroform, chlorek metylenu, czterochloroetan i inne. Płyny te jednak przedstawiają pewne trudności dla zastosowania przemysłowego. Ze względu na konieczność zachowania daleko idących środków ostrożności, spowodowanych własnościami trującymi, i na kosztowność tych rozpuszczalników, obrano drogę częściowej hydrolizy acetylocelulozy „pierwotnej” (odszczępienia części związanego kwasu octowego pod działaniem wody) do t. zw. acetylocelulozy „wtórnej”, składającej się głównie z dwuacetylocelulozy $[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5(\text{COCH}_3)_2]_n$ i rozpuszczalnej w acetonie. Hydroliza przebiega w myśl równania:

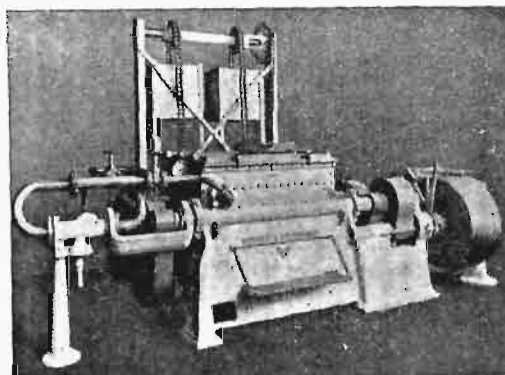


Dwuacetylocelulozy nie można otrzymać bezpośrednio, na wzór tego, jak się postępuje przy nitrowaniu. Proces fabrykacyjny rozpoczyna się więc od otrzymania zupełnie równomiernej acetylocelu-

lozy pierwotnej, nie zawierającej cząstek nieprzeacetylowanych.

Zrealizowanie na skalę techniczną tego warunku nastęrcza znaczne trudności. Postępuje się w ten sposób, że oczyszczone lintry najpierw suszy się w temperaturze nie wyższej niż 50° do zawartości 2—3% wilgoci. Sprawa sposobu suszenia ma tu bardzo duże znaczenie, gdyż bawełna przesuszona traci zdolność dobrego pęcznienia w mieszaninie acetylującej, wobec czego daje produkt nierównomiernie zacetylowany. W tym tkwi również przyczyna niepowodzenia wysiłków, idących w kierunku zastąpienia lintrów masą celulozową drzewną, choćby najczystsza: celuloza taka, jako przesuszona, źle się acetyluje. Można temu zapobiec albo przez odpowiednie zmiany w sposobie wytwarzania masy celulozowej, albo przez wywołanie spęcznienia zwykłej masy celulozowej odpowiednim traktowaniem jej przed acetylowaniem. Niezależnie od tego, że jedwab octanowy z masy celulozowej drzewnej, na skutek jej degradacji w porównaniu do bawełny, posiadałby mniejszą wytrzymałość na rozerwanie, wytwarzanie go w podanych warunkach nie jest, jak dotychczas, rentowne.

Podsuszane lintry poddaje się działaniu mieszaniny acetylującej, której skład jakościowy i ilościowy oraz kolejność wprowadzania poszczególnych składników są w każdej fabryce ściśle unormowane. Warunki powyższe muszą być uzgodnione również z przepisaniem biegiem temperatury w procesie acetylowania, rozmiarami partii, lepkością masy reakcyjnej, zwłaszcza w stadium końcowym, sposobem mieszania i czasem trwania operacji. Mieszanie przez obrót naczynia reakcyjnego można tu zastosować tylko w tym wypadku, gdy pracuje się ze znacznym nadmiarem kwasu octowego, co obniża lepkość osrodka. Pozwala to zarazem na utrzymanie równej temperatury nawet w bardzo znacznej partii, odpowiadającej 500—1000 kg acetylocelulozy. W przeciwnym wypadku trzeba zastosować energiczne ugniatanie materiału i dostateczną wymianę ciepłą z płaszczem chłodzącym. Przy zastosowaniu jako katalizatora kwasu siarkowego rozmiary partii trzeba ograniczyć do 100—150 kg celulozy, przy łagodniej działających katalizatorach mogą one być większe. Na rys. 2 wyobrażony jest



Rys. 2.

Rys. 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13 i 28 — z książki *Technologie der Textilfasern*, wyd. dr. R. O. Herzoga, VII tom *Kunstseide*, II wyd., Berlin 1933 (Copyright 1933 by Julius Springer, Berlin).

pewien typ gniotownika z kwasoodpornego brązu, posiadającego dwa zębate pałaki do mieszania ciastowatej masy reakcyjnej.

Acetylocelulozy pierwotnej nie wydziela się z masy reakcyjnej, lecz zamienia się ją odrazu na acetylocelulozę wtórną. Proces ten, zwany dojrzewaniem acetylocelulozy, przeprowadza się w ten sposób, że masę reakcyjną miesza się z rozcieńczonym kwasem octowym w takiej tylko ilości, aby uwodnić obecny w niej jeszcze bezwodnik octowy i obniżyć stężenie kwasu octowego do 94—97%. Pod działaniem kwasu siarkowego, jako katalizatora, następuje odszczepienie części związanego kwasu octowego. Należy przy tym utrzymywać niską temperaturę, by uniknąć degradacji celulozy pod wpływem kwasu siarkowego. Inny sposób polega na „zbuforowaniu” kwasu siarkowego octanem sodu (powstaje kwas octowy i siarczan sodu). W tym wypadku katalizatorem hydrolyzy jest bezporównania słabszy od siarkowego kwas octowy, co wymaga utrzymywania wysokiej temperatury (np. 100°). Konieczny jest wtedy ciągły ruch mieszadła lub obrót naczyń. Jednocześnie z częściową hydrolyzą acetylocelulozy odszczepia się również (podobnie, jak przy nitrocelulozie) część kwasu siarkowego, który i z acetylocelulozą wiąże się w sposób nietrwały. Zachodząca podczas dojrzewania stabilizacja jest jednak niecałkowita.

Po zakończeniu dojrzewania wtórną acetylocelulozę wytrąca się przez wlanie masy reakcyjnej do ciepłej wody lub przeciwnie — wody do masy reakcyjnej. Ze względu na konieczność regeneracji z płynu stężonego kwasu octowego, unika się nadmiernego rozcieńczania, a nawet stosuje się, zamiast wody, ciepły rozcieńczony kwas octowy. Otrzymuje się wtórną acetylocelulozę w postaci niewielkich kłaczek, które dość łatwo wyplukuje się od kwasu octowego i poddaje się ostatecznej stabilizacji przez wielogodzinne gotowanie w wodzie z bardzo niewielką domieszką kwasu siarko-

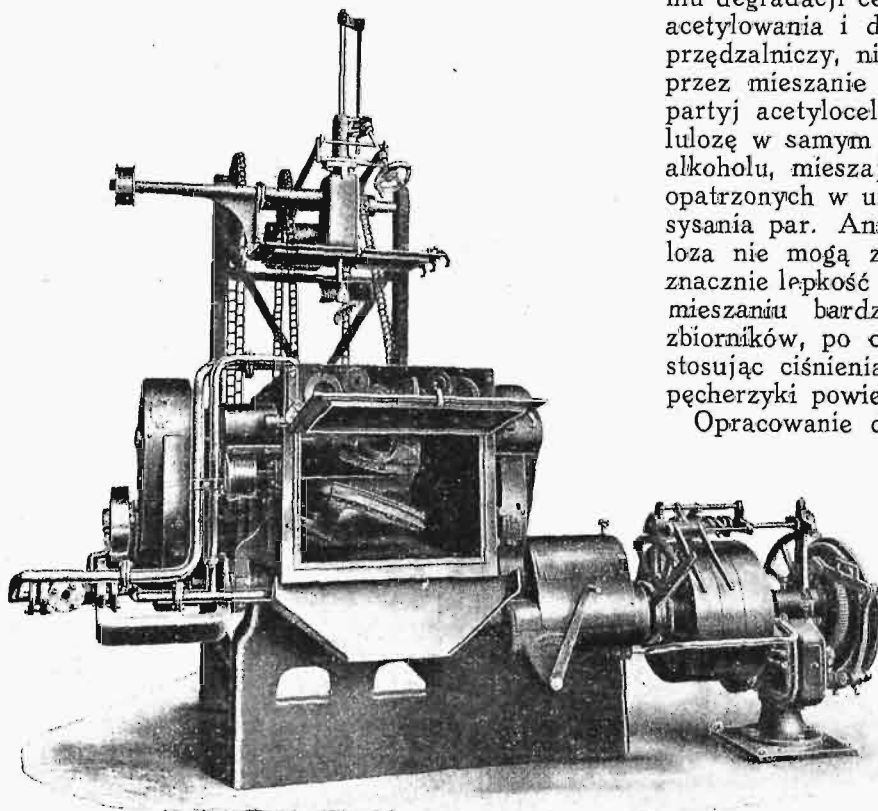
wego. Po ponownym wyplukaniu i wysuszeniu otrzymuje się gotowy półprodukt.

Dojrzewanie wobec kwasu siarkowego przeprowadza się w ten sposób, że po rozcieńczeniu i uregulowaniu temperatury wylewa się masę reakcyjną do zbiornika, ten zaś przewozi się do pomieszczenia, w którym przechowuje się go w stałej temperaturze aż do chwili wytrącania, co trwać może 1—2 dni. Przy stosowaniu szybkiego dojrzewania można je prowadzić w samym gniotowniku, przy użyciu zaś specjalnej maszyny skombinowanej, można prowadzić w niej nie tylko acetylowanie i dojrzewanie, ale także i wytrącanie wtórnej acetylocelulozy. Maszynę tę widzimy na rys. 3. Posiada ona, prócz urządzenia do gniecenia, pionowe mieszadło o zmiennej ilości obrotów; odznacza się przy tym większą pojemnością, niż zwykły gniotownik, ze względu na wprowadzaną dla wytrącania wodę. Jeśli wytrącanie przeprowadzane jest w oddzielnej maszynie, to wtedy, gdy polega ono na stopniowym dolewaniu wody do lepkiej masy reakcyjnej, konieczny jest rodzaj gniotownika, w wypadku zaś wlewaniu masy reakcyjnej do wody — zwykłe mieszadło, utrzymujące szybki ruch.

Konieczne jest oczywiście odzyskanie całego nadmiaru kwasu octowego, który ulega rozcieńczeniu przy wytrącaniu acetylocelulozy. Rozwiązanie tego zagadnienia w sposób rentowny było jednym z warunków dla rozwoju wytwórczości jedwabiu octanowego. Rozwiązań tych jest kilka, z braku miejsca jednak nie będziemy ich tu bliżej rozpatrywać.

Mimo wszelkich środków ostrożności, otrzymuje się w szeregu kolejnych partij gotową acetylocelulozę o zmiennych w pewnych granicach własnościach. W szczególności podlega wahaniom lepkość, co wywołane jest istnieniem pewnych różnic w stopniu degradacji celulozy przy kolejnych operacjach acetylowania i dojrzewania. Przygotowując płyn przedziałniczy, niweluje się zawczasu te różnice przez mieszanie ze sobą odpowiednio dobranych partij acetylocelulozy. Rozpuszcza się acetylocelulozę w samym acetonie lub z pewną domieszką alkoholu, mieszając w żelaznych zbiornikach, zaopatrzonych w urządzenia do chłodzenia i do odsysania par. Ani rozpuszczalnik, ani acetyloceluloza nie mogą zawierać wody, gdyż obniża ona znacznie lepkość roztworu. Po około 24-godzinnym mieszanii bardzo lepki płyn wypuszcza się do zbiorników, po czym kilkakrotnie filtruje się go, stosując ciśnienia do 15 at, wreszcie usuwa się pęcherzyki powietrza.

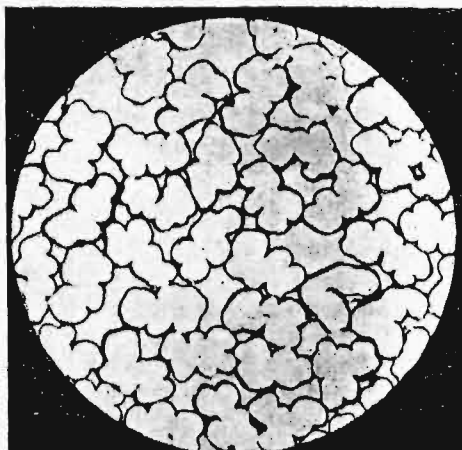
Opracowanie dobrego systemu przedzenia było sprawą niezmiernie trudną. Chodziło bowiem nie tylko o możliwość samego wytwarzania nici, jak we względnie prymitywnym sposobie *Chardonne'a*, lecz o wytwarzanie takiej nici, która by dzięki swym własnościom mogła konkurować z tańszym jedwabiem wiskozowym. Odgrywa tu rolę wytrzymałość mechaniczna, odporność na gotowanie i równy, umiarkowany połysk. Zadanie to zostało rozwiązane w ramach następującego schematu.



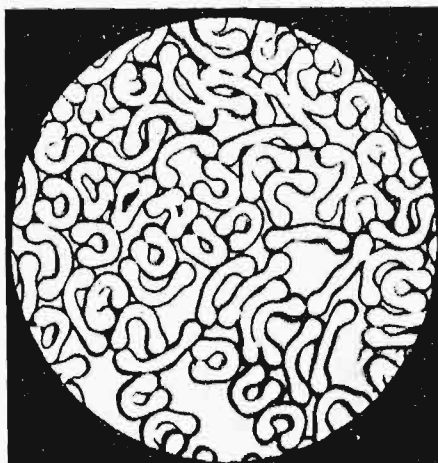
Rys. 3.

Płyn przedzalniczy doprowadzany jest pod ciśnieniem 15—30 at za pomocą szeregu jednakowych pompek przedzalniczych (łukowych lub trybowych), ściśle normujących dopływ, poprzez tyleż filtrów świecowych lub płytkowych, do takiej samej ilości wielootworowych dysz z metali szlachet-

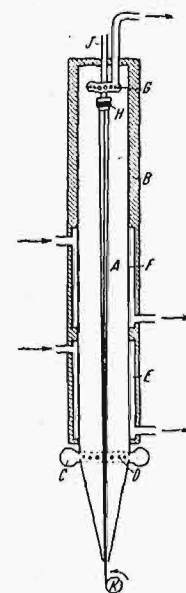
Przędzenie prowadzi się w prostokątnej rurze, wyobrażonej schematycznie na rys. 6. Ta t. zw. komórka przedzalnicza *A* wyłożona jest materiałem izolacyjnym *B*. Przez przewód *C* i znajdujące się



Rys. 4.



Rys. 5.

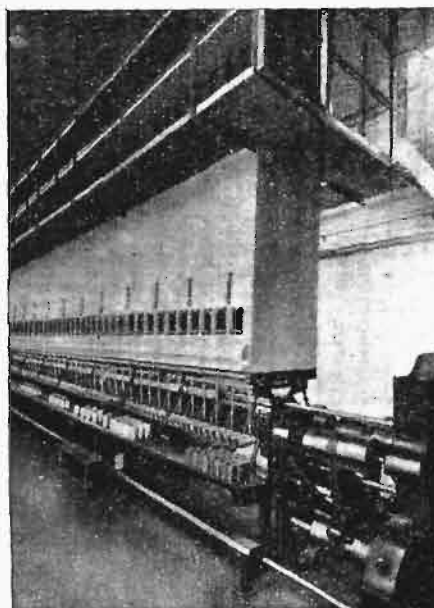


Rys. 6.

nych (stopy platyny, złota, palladu, irydu i t. d.), dających się łatwo oczyścić. Otwory mają średnicę 0,05—0,1 mm. Otwory dysz zwrócone są ku dołowi; płyn przedzalniczy spływa przez nie, ponieważ zaś droga jego wynosi aż 4—6 m, więc po zestaleniu się na plastyczną masę ulega wyciągnięciu pod własnym ciężarem. Dzięki temu, że szybkość końcowa jest mniej więcej 2-krotnie większa od początkowej, otrzymuje się odpowiednie pocienienie niteczek bez zmniejszania otworków, co musiałoby znacznie zwiększyć częstość ich zatykania się. Jednocześnie osiąga się przez to wyższy stopień orientacji micel w kierunku osi niteczki, co podnosi jej wytrzymałość na rozerwanie, obniżając zresztą jednocześnie jej rozciągliwość. Im bardziej bowiem kierunki osi tych pałeczkowatych tworów zbliżone są do kierunku osi włókna, tym większa jest powierzchnia ich wzajemnego zetknięcia, tym większe więc siły przyciągania, a zatem i wytrzymałość. Natomiast mniejsza jest odpowiednio możliwość wydłużania się przy rozciąganiu gotowej nici, gdyż zjawisko to również polega na obracaniu się micel ku osi.

Przebieg parowania rozpuszczalnika ma decydujące znaczenie dla własności otrzymywanej nici, chodzi bowiem o uniemożliwienie sklejanie się i wchrzenia niteczek, a jednocześnie o otrzymanie pożądanego kształtu ich przekroju, a mianowicie kształtu przypominającego liść koniczyny (rys. 4), a nie spłaszczonego (rys. 5), ma to bowiem wpływ na równomierność połysku i na odporność przy gotowaniu. Pożyczany kształt przekroju otrzymuje się przy szybkim parowaniu, czemu sprzyja duża prędkość przepływu i wysoka temperatura powietrza w pobliżu dyszy, wysokie stężenie roztworu (ogólnie biorąc, wynosi ono 18—25% acetylcelulozy), jego wyższa temperatura i dodatek alkoholu do acetonu. Z drugiej strony trzeba ograniczać nadmierną szybkość parowania dla umożliwienia wyciągnięcia się nici.

w nim otwory *D* wchodzi do komórki od dołu uprzednio podgrzane powietrze. Płaszczce grzejne *E* i *F*, przez które przepływa gorąca woda, w dalszym ciągu je ogrzewają (40—70°). Powietrze podnosi się do góry i zostaje usunięte z komórki przez urządzenie odsysające *G*. Stąd idzie do instalacji regeneracyjnej. Urządzenie odsysające składa się z rury pierścieniowej z otworami od dołu, umieszczonej współśrodkowo nad dyszą *H*. Płyn przedzalniczy doprowadza się do dyszy przewodem *J*. Rozpuszczalnik stopniowo paruje w strumieniu idącego w przeciwnym kierunku ciepłego powietrza. Niteczki zbliżają się do siebie i wychodzą przez otwór w stożkowym zwężeniu komórki, po czym zostają nawinięte na cewkę *K*.



Rys. 7.

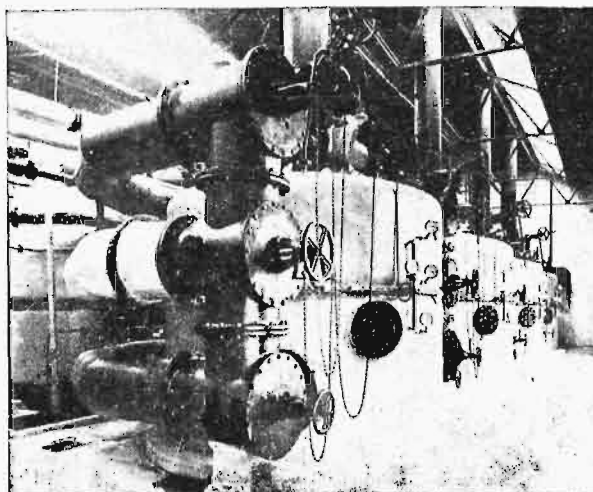
Ogólny widok maszyny przedziałniczej wyobrażony jest na rys. 7. W pewnych ważnych szczegółach konstrukcji napotyka się różne rozwiązania. Chodzi więc o uniknięcie wirów powietrznych, szczególnie szkodliwych w pobliżu dyszy, o rozgraniczenie stref w komórce, a to za pomocą przesłon i t. p., dla zróżniczkowania stężeń pary rozpuszczalnika oraz temperatur, o uniknięcie łamania się nitczek, co można osiągnąć, wyprowadzając cały pęk przez otwór w gładkim lejku i t. d. Oczywiście, konieczna jest jak najdalej idąca stałość wszystkich warunków dla wszystkich komórek, wytwarzających przędzę.

Wychodząca nić, dla nadania jej niezbędnej gładkości, zostaje naoliwiona w określonym stosunku wagowym i za pomocą ruchomego wodzika jest podawana na cewkę. Osiągnięto znaczne potanieńczenie produkcji przez to, że udało się w ostatnich latach połączyć tę czynność od razu ze skręcaniem, co najlepiej osiąga się za pomocą wrzecion dzwonowych, którym można nadać do 12000 obrotów na minutę. Osiąga się przez to również wyższą jakość przędzy, gdyż unika się sporadycznych pęknięć poszczególnych nitczek, nieuniknionych przy manipulacjach z luźnymi motkami, oraz możliwych w tym wypadku lokalnych przeciągnięć całej nici poza granicę elastyczności, co wywołuje różnice w połysku i w chłonności względem barwnika. Szczególne trudności napotkano tu, gdy chodziło o jedwab przeznaczony na osnowę tkacką, który w tym celu jest szlichtowany, t. j. preparowany w ten sposób, że poszczególne nitczki przejściowo zostają sklejone w jednolitą, sztywną nić. Stosowana bowiem już dawniej szlichta wymaga utrwalania się na nici w ciągu dłuższego czasu w zetknięciu z powietrzem, co możliwe jest tylko w luźnym motku, odwiniętym z cewki po skręceniu jedwabiu. Przez wynalezienie jednak szybko schnącej szlichty zostało umożliwione bezpośrednie otrzymywanie jedwabiu osnowowego, niezależnie oczywiście od możliwości szlichtowania gotowego już jedwabiu w stanie luźnym.

Analogiczne do zagadnienia odzyskiwania kwasu octowego przy wytwarzaniu acetylocelulozy i niemniej doniosłe jest zagadnienie odzyskiwania acetonu przy przedzeniu jedwabiu octanowego. Jest ono jednak znacznie prostsze i daje się rozwiązać tymi samymi sposobami, które stosowano dla alkoholu i eteru przy fabrykacji jedwabiu kolodionowego. Najlepsze wyniki dała adsorbacja na węglu aktywnym. Na rys. 8 widzimy tego rodzaju instalację. Do instalacji regeneracyjnej doprowadza się powietrze nie tylko z komórek przedziałniczych, lecz również z całej instalacji rozpuszczania acetylocelulozy, oraz filtrowania płynu przedziałniczego i uwalniania od powietrza.

Opracowanie urządzeń do regeneracji kwasu octowego i acetonu oraz udoskonalenie ich w tym stopniu, że dają one obecnie 95—97% wydajności, a także wprowadzenie taniej syntetycznej metody otrzymywania bezwodnika lub kwasu octowego z acetyleny, stworzyły mocne podstawy pod produkcję jedwabiu octanowego przez znaczne obniżenie kosztu jego wytwarzania, a zatem i bardzo silną niżkę jego ceny, poniżej poziomu, na którym przed niewielu jeszcze laty utrzymywała się cena jedwabiu wiskozowego.

Będąc mimo to najdroższym z gatunków sztucznego jedwabiu, jedwab octanowy okupywać to musi swymi szczególnymi zaletami.



Rys. 8.

Wspomniano już o jego odrębności pod względem barwienia, co wywołane jest odrębnością jego składu chemicznego. Tą samą przyczyną spowodowana jest jego niewielka skłonność do pęcznienia w wodzie, co znajduje wyraz w stosunkowo mniejszym obniżeniu wytrzymałości przy nawilżeniu nici, w porównaniu do jedwabiu ze zregenerowanej celulozy, a więc wiskozowego lub miedziowo-amoniakalnego. Wobec mniejszej jednak wytrzymałości jedwabiu octanowego w stanie niezwilżonym, wytrzymałość jego „na mokro” nie jest wyższa, niż jedwabiu wiskozowego. Wprawdzie i jedwab octanowy jest na mokro bardziej rozciągliwy, niż na sucho, różnica ta jednak jest mniejsza, niż dla jedwabiu wiskozowego, wobec czego tkaninom i wyrobom z niego przy praniu niebezpieczeństwo zdeformowania grozi w mniejszym stopniu. Również ze względu na swój skład chemiczny jedwab octanowy odznacza się mniejszą skłonnością do gniczenia się, niż inne sztuczne jedwabie, ma na ogół miękniejszy i cieplejszy dotyk i spokojniejszy połysk, w zupełności przypominający połysk jedwabiu naturalnego. Mała hygroskopijność jedwabiu octanowego powoduje, że chroni on od wilgoci, nie przyklepia się do spotniałej skóry, brudzi się tylko z zewnątrz, a więc łatwo się pierze.

Posiada natomiast swoistą wadę, polegającą na tym, że topi się już w 130—170°, co bardzo utrudnia prasowanie. Znalazło to zastosowanie, jako sposób usztywniania kołnierzyków, nie znikającego przy praniu: między dwie warstwy tkaniny bawełnianej czy z celulozy regenerowanej wkłada się tkaninę z jedwabiu octanowego i prasuje całość gorącym żelazkiem — następuje sklejanie się wszystkich warstw, powodujące trwałą sztywność.

Szczególne własności jedwabiu octanowego powodują, że znajduje on specjalne zastosowanie w technice. Tkaniny z niego nadają się do trudnych filtracji roztworów wodnych, gdyż nie pęczniąc, nie wywołują z tego powodu zahamowania filtracji. Szerokie zastosowanie znajduje obecnie jedwab octanowy do izolacji kabli, do którego to celu nadaje

się on znacznie lepiej od jedwabiu naturalnego, zarówno z powodu swej małej hygroskopijności, jak i z tego powodu, że wyładowuje się elektrycznie bez porównania szybciej: w powietrzu o przeciętnej wilgotności 10-krotnie szybciej od jedwabiu naturalnego, w powietrzu wilgotnym nawet 40-krotnie. Ma to szczególne znaczenie przy automatyzacji sieci telefonicznych, która wymaga napięć około 70 V. Poczta niemiecka stosuje jedwab octanowy do tego celu już od 3 lat.

Jedwab octanowy nie znosi ani zbyt alkalicznych, ani zbyt kwaśnych płynów, szczególnie na gorąco, gdyż powodują one częściową hydrolizę acetylocelulozy i zmatowanie jedwabiu. Również i woda o temperaturze ponad 70—80° powoduje zmianę wyglądu jedwabiu octanowego, a mianowicie zmniejszenie połysku, co wywołane jest powstawaniem pęcherzyków pary wodnej w plastycznych nitczkach. Zjawisku temu można w odpowiednich warunkach zapobiec, można je też odwrócić. Skądinąd stosuje się ten sposób dla wytworzenia matowego jedwabiu octanowego, przy czym stopień zmatowania reguluje się za pomocą dodatków do wody, zwłaszcza mydła i fenolu.

Jak już wyjaśniono, moda nie zadowalnia się obecnie naśladowaniem jedwabiu naturalnego, wypróbowano więc wielką ilość rozmaitych sposobów silniejszego i słabszego matowania jedwabiu octanowego. Niektóre z nich są analogiczne do sposobów matowania jedwabiu wiskozowego, ze względu więc na bez porównania większe znaczenie tego jedwabiu, omówione jeszcze będą niżej. Tutaj wspomnieć należy tylko, że chodzi o wprowadzanie do płynu przedzalniczego bardzo rozdrobnionych emulsyj lub zawiesin, w szczególności zaś zawiesiny białego pigmentu — dwutlenku tytanu. Obok tych sposobów silnego matowania, stosowane bywają sposoby łagodnego matowania, analogiczne do działania gorących płynów wodnych, a mianowicie polegające na spęcznieniu acetylocelulozy, albo na zimno w pewnych roztworach wodnych lub płynach organicznych, albo też odrazu przez przedzenie w powietrzu wilgotnym lub zawierającym pary odpowiednich cieczy organicznych.

Należy wreszcie wspomnieć o pewnych usiłowaniach w zakresie przedzenia jedwabiu octanowego, które wprawdzie dotychczas nie dały jeszcze wyników praktycznych, rokują jednak duże możliwości na przyszłość. Przez zwiększenie wyciągania przy przedzeniu, co wymaga również zwiększenia plastyczności acetylocelulozy, otrzymywano cieńsze nitczki i nić o większej wytrzymałości. Nadmierne jednak obniżenie rozciągliwości, a więc kruchość tego rodzaju przędzy, jak dotychczas, uniemożliwiało wprowadzenie silnego wyciągania.

Większy sukces odniesiono przy próbach bardziej radykalnej zmiany systemu przedzenia, mianowicie przy przedzeniu na „mokro”, na wzór jedwabiu miedziowo-amoniakalnego i wiskozowego. Przedzenie takie polega na wylugowywaniu rozpuszczalnika do kąpieli, w której wytwarza się strumyczki roztworu acetylocelulozy, przez co sama acetyloceluloza krzepnie powoli, umożliwiając wyciąganie powstających nitczek. Prowadzona już była nawet produkcja systemem mokrego przedzenia, ostatek jednak zaniechano jej. Niemniej jednak pro-

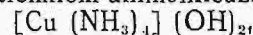
wadzone są w dalszym ciągu doświadczenia w tym kierunku według wielu różnych sposobów. Mokremu przedzeniu bowiem można poddać nie tylko roztwór wtórnej acetylocelulozy, ale wprost odpowiednio rozcieńczoną mieszaninę, otrzymywaną po zacetylowaniu, w przypadku bowiem mokrego przedzenia kwas octowy, użyty jako rozpuszczalnik, nie powoduje szczególnych trudności. Ołbrzymie korzyści, jakie dałoby takie uproszczenie i potaniecie fabrykacji, są oczywiście, sam zaś produkt (trójacetyloceluloza), ze względu na swój chemizm i na uniknięcie degradacji celulozy, związanej z dojrzewaniem, posiada odrębne i cenne własności. Podstawę sposobu przedzenia na mokro roztworów trójacetylocelulozy stanowią patenty Polaka *Zdanowicza*. Niezależnie od tego istnieją możliwości suchego przedzenia trójacetylocelulozy. Włókno trójacetylocelulozowe, czy to jako jedwab, czy też w stanie pociętym, co pewien czas ukazuje się na rynku.

Co się tyczy zwykłego włókna octanowego w stanie pociętym, to znalazło ono określone zastosowanie i jest stale produkowane w coraz to większych ilościach. Wykazuje ono bowiem duże podobieństwo do wełny: na skutek ładowania się elektrycznego włókienek, ma puszysty dotyk (wobec ich odpychania się), na mokro jest tak samo wytrzymałe, jak wełna, i daje dobrą izolację cieplną. Można go używać zamiast najcieńszej nawet wełny merynosowej. Należy jednak wystrzegać się nadmiernego wyciągania w stanie zwilżonym, po którym, w przeciwieństwie do wełny, nie następuje wystarczająco powrotny skurcz.

Nim przejdziemy do rozpatrzenia najważniejszego obecnie, wiskozowego systemu, należy poświęcić jeszcze nieco uwagi sposobowi miedziowo-amoniakalnemu. Jedwab miedziowo-amoniakalny, lub krócej miedziowy, stanowi z roku na rok coraz to mniejszą pozycję w całej produkcji sztucznego jedwabiu. Wynosi ona obecnie zaledwie około 3%. W niewielkich ilościach wytwarzane jest również miedziowe włókno cięte.

Konkurencja jedwabiu wiskozowego raz już zadała produkcji jedwabiu miedziowego, jak się zda wało, śmiertelny cios. Dzięki jednak wynalezieniu sposobu przedzenia z wyciąganiem, nie dającego się zastosować w tej samej postaci dla jedwabiu wiskozowego, udało się otrzymać tak cienkie nitczki jedwabiu miedziowego, o jakich naówczas nie można było marzyć dla jedwabiu wiskozowego. Nastąpiło wtedy odrodzenie się produkcji systemem miedziowym, otrzymywany zaś produkt, znany najczęściej pod nazwą jedwabiu *Bemberg* (od nazwy firmy, która najpierw ten nowy jedwab zaczęła wytwarzać) jest ceniony, jako przędza, w porównaniu do jedwabiu wiskozowego, wyższej jakości, co usprawiedliwia wyższą jej cenę. Stałe jednak postępy systemu wiskozowego powodują, że różnica jakości coraz bardziej się zaciera tak, iż fabrykacja jedwabiu miedziowego, kalkulująca się drożej od fabrykacji jedwabiu wiskozowego, stopniowo traci rację bytu.

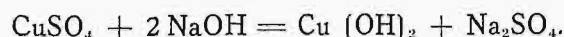
Wobec dobrego pęcznienia celulozy w odczynniku *Schweizera*, t. j. w amoniakalnym roztworze wodorotlenku miedziowego, zawierającym kompleks zwany wodorotlenkiem aminomiedziowym



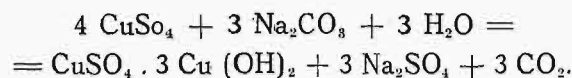
można używać nie tylko lintrów, lecz i masy

celulozowej drzewnej, która jednak musi być bardzo dobrze oczyszczona. Najbardziej nadaje się do tego celu luźna masa celulozowa, która przeszła specjalne traktowanie alkaliczne, na skutek czego zawiera conajmniej 95% t. zw. alfa-celulozy (t. j. celulozy o tyle niezdegradowanej, że jeszcze nierozpuszczalnej w 18%-owym ługu sodowym). Ze względu jednak na stosunkowo wysoką cenę tak czystego surowca i niższą jakość otrzymywanego jedwabiu, przeważnie stosuje się lintry, które uprzednio oczyszcza się podobnie, jak dla nitrowania lub acetylowania.

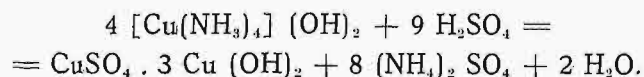
Surowiec celulozowy miesza się najpierw dokładnie z wodorotlenkiem miedzi, który najprościej otrzymuje się przez strącenie ługiem sodowym z roztworu siarczanu miedzi:



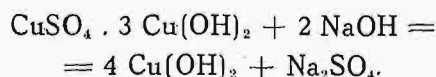
Błękitny ten osad po wypłukaniu wodą nadaje się już do użytku. Pewną komplikację stanowi tylko konieczność dokładnego oczyszczenia miedzi od szkodliwych śladów żelaza. Aby uniknąć odwadniania się wodorotlenku do tlenku miedziowego CuO , strącanie przeprowadza się w niskiej temperaturze. Dlatego najlepiej jest wprawdzie wytrącić na gorąco zasadowy siarczan miedzi działaniem sody na roztwór siarczanu miedzi:



Wytrąca się on również przy działaniu kwasu siarkowego na otrzymywany przy regeneracji miedzi amoniakalny roztwór wodorotlenku miedzi:

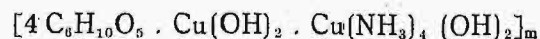


Osad zasadowego siarczanu miedzi oddziela się od płynu przez dekantację i płucze wodą, po czym zamienia się go działaniem ługu w niskiej temperaturze na wodorotlenek miedziowy:



Bywa stosowany również wprost zasadowy siarczan miedzi, zamiast wodorotlenku. Osad miesza się z celulozą w obecności znacznej ilości wody, papkę oddziela się, ile się da, od wody na filtrze, zadaje się schłodzonym stężonym amoniakiem i miesza. Jeśli użyto zasadowego siarczanu miedzi, to dodaje się również pewnej ilości ługu sodowego, by zamienić go całkowicie na wodorotlenek.

Następuje rozpuszczenie papki, na skutek utworzenia się miedzioaminocelulozy, związku kompleksowego, który mniej więcej odpowiada wzorowi sumarycznemu:

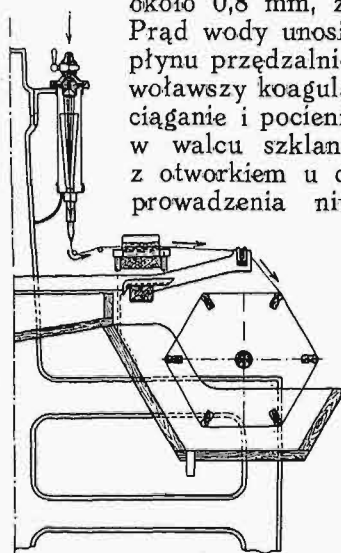


Rozpuszczanie odbywa się w zbiorniku z mieszadłem. Lepki płyn przedzalniczy barwy granatowej doprowadza się odpowiednimi dodatkami składników rozpuszczalnika do przepisanej ilości, kilkakrotnie filtruje się na błotniarkach (filtracyjnych prasach) przez gęstą siatkę z drutu

niklowego, wreszcie uwalnia się od pęcherzyków powietrza.

Miedzioaminoceluloza wytrąca się z roztworu w postaci żelu już przy rozcieńczeniu wodą. Kwasy rozkładają ten związek, dając celulozę i odpowiednie sole, a więc w wypadku kwasu siarkowego — siarczan miedzi i siarczan amonu. Przy pierwotnym sposobie przedzenia odbywało się to od razu. Stosowano maszynę, przypominającą kolodionową maszynę przedzalniczą: płyn przetłaczano przez zagięte rurki szklane, zakończone kapilarkami i zanurzone w kąpeli koagulacyjnej, wychodzące zaś z szeregu kapilar niteczki łączono i razem nawijano na cewkę. Później przedzono do ługu sodowego, dającego z płynem przedzalniczym związek nierozpuszczalny.

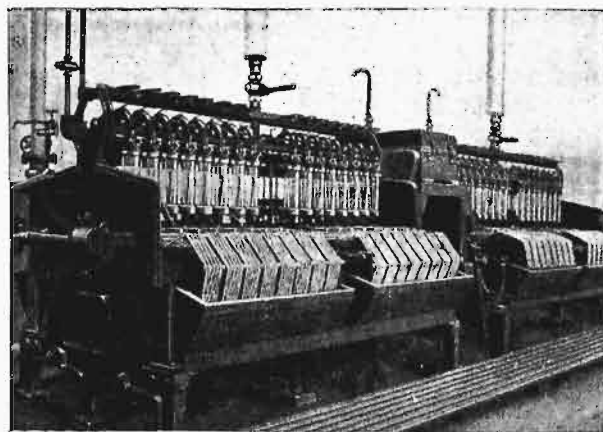
Obecnie przedzie się sposobem *Thiele'go* do wody z dyszy niklowej z otworami dużymi, bo o średnicy około 0,8 mm, zwróconymi ku dołowi. Prąd wody unosi ku dołowi strumyczki płynu przedzalniczego, a następnie, wywoławszy koagulację, powoduje ich rozciąganie i pocienienie. Odbywa się to w walcu szklanym, zawierającym lej z otworkiem u dołu, służącym do wyprowadzenia niteczki (rys. 9). Za-



Rys. 9.

uważyć należy, że ustalić trzeba nie tylko jednakowy dopływ płynu przedzalniczego do wszystkich dysz, lecz i jednakowy wszędzie przepływ wody, gdyż różnice szybkości koagulacji powodują niejednako- we własności gotowej nici. Po załamaniu nici na przecie prowadzi się ją przez ry-

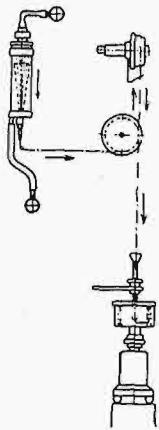
nienkę z 5-10%-owym kwasem siarkowym, gdzie następuje rozkład miedzioaminocelulozy, po czym nawija się, krzyżując nici na motowidło (rys. 10), zadowolniając się otrzymywaniem motków przedzy nie-



Rys. 10.

skręconej, lub też, sposobem zapożyczonym z systemu wiskozowego, poprzez napędzane tarce i lejek wprowadza się do środka wirówki, wykonującej

6000—10000 obrotów na minutę (rys. 11). W tym wypadku, dzięki sile odśrodkowej i ruchowi lejka w górę i w dół, nić skręca się i układa w zwój, nawijany do środka. Ruch motowidła lub prowadzących rolek jest tak szybki, że wywołuje silne napięcie nici, które przekazuje się wstecz do lejka, wzmagając tam jeszcze bardziej wyciąganie: w dolnej części lejka ruch nitczek jest szybszy od ruchu wody, tarcie więc o wodę stanowi również czynnik wyciągania. Powstającym przy tym wirom wodnym zapobiega się przez odpowiednie dostosowanie kształtu lejka lub przez podziurkowanie go. Ostatecznie wyciąganie jest aż 300-krotne (stosunek prędkości nawijania do prędkości wypływu przez otwórki), co nie daje się osiągnąć przy żadnym innym systemie wytwarzania jedwabiu.



Rys. 11.

W ten sposób można oczywiście otrzymywać bardzo cienkie nitczki mimo dużych otworów dyszy. Grubość jedwabiu, zarówno całkowitej przędzy, jak i poszczególnych nitczek, wyrażana jest w „denier”. 1 denier jest to grubość nitczki, której 9000 metrów waży 1 g. Dla ilustracji zaznaczyć należy, że przędza, wytwarzana obecnie różnymi sposobami, ma grubość od 15 do 500 den. Co się tyczy natomiast grubości pojedynczych nitczek, to gdy jeszcze przed 10 laty jedwab wiskozowy czy kolodniowy udawało się wytwarzać w postaci nitczek nie cieńszych, niż 5—8 den., to dzięki wyciąganiu jedwabiu miedziowego osiąga się z łatwością 1—1,25 den., co odpowiada mniej więcej jedwabiu naturalnemu, można zaś uzyskać nawet 0,5 den., nie daje to już jednak korzyści praktycznych. Dzięki stałemu postępowi metod fabrykacji jedwabiu wiskozowego, wytwarza go się obecnie na wielką skalę z nitczek o grubości 2 den., produkowana jest już jednak i przędza z nitczek 1 den.-owych. Tym samym jedwab miedziowy jest coraz bardziej zagrożony i zdolny jest konkurować z wiskozowym już bodaj tylko przy zamortyzowanej instalacji.

Motowidła muszą być lekkie, kwasoodporne, dostatecznie wytrzymałe, by oprzeć się sile stopniowego skurczu nici, i dawać się składać dla łatwego zdejmowania mokrych motków. Na motowidle w dalszym ciągu opłukuje się nić kwasem dla dokończenia reakcji, po nawinięciu zaś przepisanej ilości jedwabiu motowidło wymienia się na puste, po czym, lekko spłukawszy wodą i przewiązawszy motki, by zapobiec poplątaniu nici, zdejmuje się je i płucze na maszynie podobnej do maszyny farbiarskiej. Przenoszony mechanicznie wózek z ramionami z porcelany, na których zawieszają się motki, umieszcza się nad kadzią, po czym uruchamia się ramiona, dzięki czemu motki obracają się w kąpiel, podnosząc się w niej i opuszczając; co pewien czas zmienia się kierunek ruchu. Po zakończeniu działania kąpeli przenosi się wózek do kadzi z inną kąpielą. Tego rodzaju maszyny, w zastosowaniu zresztą do jedwabiu wiskozowego, widzimy na rys. 12. Jedwab przechodzi kolejno przez rozcieńczony kwas siarkowy, wodę, rozcieńczony kwas szczawiowy, znów wodę, rozcieńczony roztwór sody, wreszcie mydło. Z kolei suszy się go przy 60°. Wychodzi

z suszarni w silnie sklejonym stanie w postaci t. zw. „sztokliszów”. Zmiękcza się je znów w wodzie, ponownie namydla lub naoliwia (za pomocą emulsji lub zawiesin tłuszczowych, kwasów tłuszczowych lub olejów mineralnych), odwirowuje się od znacznej części wodnistej płynu i ponownie suszy, otrzymując przędzę niesklejoną, której nadaje się doskonałą miękkość przez przechowywanie w stanie luźnym w powietrzu o około 70% wilgotności względnej. Jedwab miedziowy może być przerabiany w stanie nieskręconym, w którym przędza jest zawsze najmiększa, lub po skręceniu, podobnie jak wiskozowy.

Zwój ze skręconego jedwabiu, jaki tworzy się w wirówce, zostaje po wymianie wirówki na pustą wyrzucony z wirówki. Zamiast dawniejszego motania zwoju i traktowania w motkach, obecnie jedwab poddawany jest przeważnie operacjom płukania i wykończania w swej pierwotnej postaci. Dokonywa się tego, na wzór systemu wiskozowego, albo przez ułożenie spłaszczonych zwojów w kadziach z przepływającymi płynami, albo przez wstawienie do wnętrza zwojów walców dziurkowanych, połączonych od wewnątrz z pompą ssącą, albo też, po odpowiednim usztywnieniu, wprost na maszynie do płukania — tak, jak płucze się motki. Wysuszony zwój można bez motania przewinąć od razu na cewkę krzyżową lub inną, stosowaną w przemyśle włókienniczym. Osiąga się przez to oszczędność robocizny i unika się uszkodzeń, jakim przędza łatwo podlega w postaci luźnych motków.

Sprawa odzyskiwania amoniaku, wobec powstających bardzo znacznych rozcieńczeń, nie jest rozwiązana. Natomiast miedź odzyskuje się prawie całkowicie, do czego służy szereg metod.

Jedwab miedziowy posiada łagodniejszy połysk, niż wiskozowy, dotyk zaś szczególnie miękki (wobec cienkości nitczek), a przy tym „pełny” (nie wiotki), a to dzięki chrzęstowi, podobnemu jak u jedwabiu naturalnego, dającemu się jeszcze wzmocnić i utrwalić przez odpowiednią preparację. Przekrój takiego jedwabiu (rys. 13) jest prawie okrągły. Widoczne są w niektórych miejscach skle-



Rys. 12.

jenia nitczek, które, w jedwabiu wiskozowym wprost niedopuszczalne, tutaj, o ile są ograniczone do bardzo krótkich odcinków i niedoprowadzone

do zupełnego złania się niteczek, są bardzo korzystne, nadają one bowiem nici tyle sztywności, ile trzeba dla przeróbki w stanie nieskręconym, oraz dla uzyskania większej „pełności” tkaniny. Na sku-



Rys. 13.

tek silnego wyciągania jedwab miedziowy jest bardzo wytrzymały na rozzerwanie, również w stanie wilgotnym, natomiast jest mało rozciągliwy.

Przechodząc teraz do wiskozy, musimy pamiętać o dominującej pozycji tego systemu w produkcji światowej. W Polsce obecnie ten jedynie system jest stosowany. Powszechnie dziś, gdy mówi się i pisze o sztucznym włóknie bez jakichś dodatkowych wyjaśnień, ma się na myśli wiskoze.

Znacznie niższy koszt wytwarzania jedwabiu wiskozowego osiąga się nie tylko, jak w wyżej opisanych systemach, przez racjonalne procesy regeneracji i przez uproszczenia przeróbki włókienniczej, lecz też przez zastosowanie znacznie tańszych surowców. Ciągły wzrost produkcji daje oczywiście możliwość dalszego obniżania kosztów, dzięki operowaniu coraz to większymi partiami i dzięki coraz to większej mechanizacji. Zdąza ona do stopniowego przekształcenia całej fabrykacji w proces ciągły, na razie jednak przejawia się to w zakresie wytwarzania nie jedwabiu, lecz włókna ciętego, gdzie wchodzi w grę znacznie większe jeszcze masy, wymagania zaś co do zachowania niezmienności warunków procesu produkcyjnego są mniej surowe. Sprawa ta będzie omówiona w artykule, poświęconym włóknom ciętym, tu zaś proces wiskozowy będzie rozpatrzony w ramach fabrykacji jedwabiu.

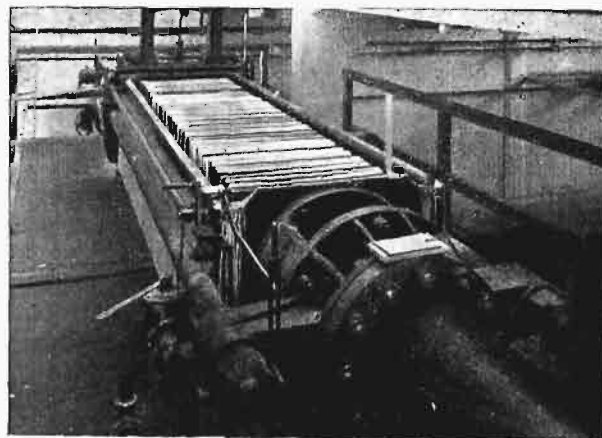
W niektórych fabrykach amerykańskich stosowany jest dla wyrobu wiskozy t. zw. delint, t. j. bawełniany puszek, który dla umożliwienia przeróbki bez zmiany aparatury sprasowuje się w arkusze na wzór masy celulozowej drzewnej. Daje to pewne korzyści pod względem wytrzymałości i czyni zbędnym bielenie jedwabiu dla usunięcia resztek pochodzącej z drewna ligniny, nadającej mu żółty odcień (jedwab bieli się zazwyczaj roztworem podchlorynu sodu, co powodować może pewne jego osłabienie). Może to się jednak opłacać tylko w ojczyźnie bawełny.

Podstawowym natomiast surowcem jest specjalny gatunek masy celulozowej siarczynowej z drewna świerkowego, o zawartości około 90% alfa-celulozy, odpowiadający szeregowi surowych warunków co do stopnia degradacji (lepkość określonego roztworu), uniknięcia utlenienia celulozy („liczba miedziowa”) i zawartości zanieczyszczeń mineralnych, ligniny, żywicy i wosków. Najważniejsze zaś, by własności i skład masy celulozowej, a przede wszystkim jej lepkość, podlegały od partii do partii i od transportu do transportu, jak najmniejszym wahaniom, gdyż tylko w tym wypadku ma się zapewnioną stałość składu i lepkości wiskozy, a co za tym idzie — stałość własności produktu. Ze względu bowiem na charakter procesu produkcyjnego, nie podobna stale dostosowywać „ruchu” do fluktuacji surowca. Do niedawna sądzono, że tym wymaganiom mogą sprostać tylko fabryki przerabia-

jące takie drewno świerkowe, które rośnie powoli i względnie równomiernie, a więc w klimacie zimnym. Fabryki skandynawskie, finlandzkie i kanadyjskie wytwarzają dotychczas gros „wiskozowej” masy celulozowej, otrzymuje się jednak obecnie taki sam produkt również z środkowo-europejskiego świerka. Za Niemcami i Czechosłowacją poszła w tym kierunku i Polska. Jesteśmy już w przededniu samowystarczalności pod tym względem, co uczyni sztuczne włókno produktem całkowicie krajowym, zapotrzebowanie bowiem na wszystkie inne surowce jest już pokrywane przez produkcję polską.

Masę celulozową wymaganej jakości przez przemysł wiskozowy można otrzymywać nie tylko ze świerka, lecz z każdego niemal surowca roślinnego. Drewno świerkowe jednak najłatwiej daje się przerabiać na ten cel, z niego więc celuloza daje się wyprodukować taniej, niż z innych surowców. Kraje, nie posiadające drzewa świerkowego lub posiadające je w ilościach ograniczonych, rozpoczęły już przeróbkę na ten cel drewna bukowego (Niemcy) oraz różnych roślin, jak niektóre gatunki trawy (Japonia), bambus (anglicy w Keny) i trzcina (Włochy). W podobny sposób można zużytkować również słomę, co w dalszej przyszłości, wobec prawdopodobnego wzrostu przemysłu papierniczego i wiskozowego, może i u nas stać się aktualne.

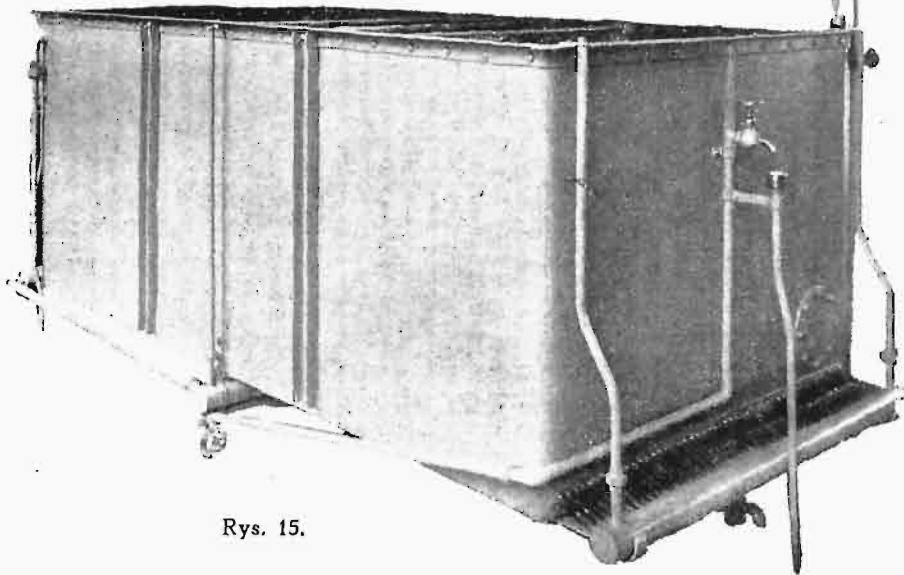
Arkusze masy celulozowej z różnych partii dostawy miesza się dla osiągnięcia większej równomierności i pozostawia się przez pewien czas w pomieszczeniu o określonej temperaturze i wilgotności powietrza, dla doprowadzenia ich do stałej zawartości wilgoci. Pozwala to na wprowadzanie niezmiennych ilości celulozy przez odważanie stale tych samych ilości masy celulozowej niesuszonej. Arkusze w partiach po 100, 200 lub więcej kg luźno ustawia się pionowo w t. zw. prasie merceryzacyjnej, przedzielając je co kilka sztuk dziurkowanymi płytami z blachy żelaznej, co ułatwia następną wyprasowanie (por. niżej). Prasa merceryzacyjna (rys. 14) jest to kładz, w której tłok przesuwany jest poziomo za pomocą prasy hydraulicznej. Arkusze zalewa się w 18%-owym ługiem sodowym, który wywołuje bardzo silne ich spęcznienie, a przy tym sam przy-



Rys. 14.

biera lekko żółtą barwę. Pochodzi to z rozpuszczenia ligniny. Jednocześnie celuloza ulega oczyszczeniu od znacznie poważniejszej ilościowo, bo około 10%-owej domieszki, t. zw. hemicelulozy. Jest to

mieszanina różnych rozpuszczalnych w ługu substancji, a mianowicie silnie zdegradowanej celulozy i analogicznych innych, niezbyt wysokocząsteczkowych węglowodanów (mannan, ksylan), któ-



Rys. 15.

rych cząsteczki składają się z ogniw nie glukozy-
wowych, lecz odpowiadających innym cukrom. Jed-
nocześnie ług wiąże się chemicznie z celulozą, da-
jąc alkalicelulozę, związek addycyjny, odpowia-
dający w przybliżeniu wzorowi $(2 C_6H_{10}O_5 \cdot Na OH)_m$.

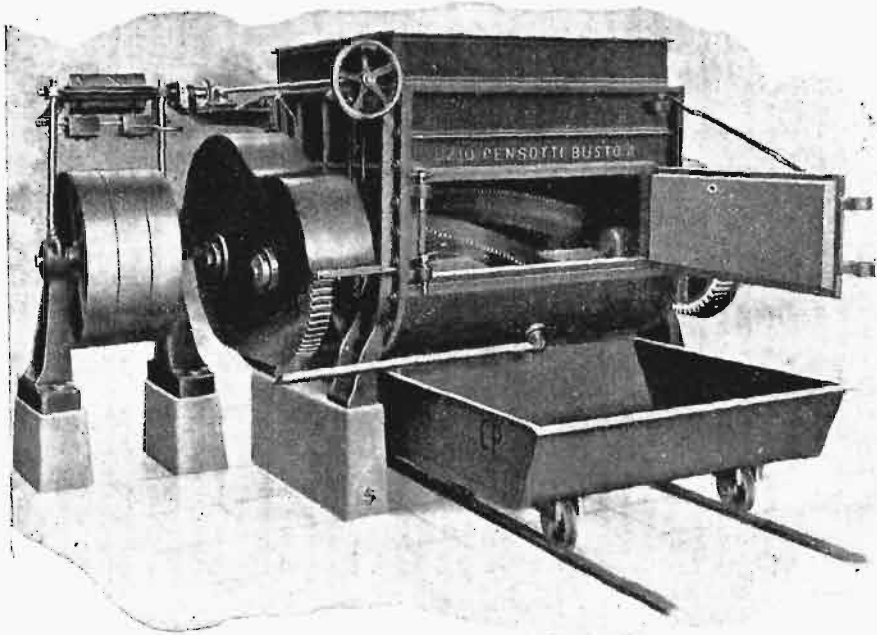
Po 1—2 godzinach działania ługu wypuszcza go się z kadzi i po wymieszaniu z ługiem świeżo przy-
gotowanym używa się ponownie. Zarówno świeży
ług, otrzymany przez rozpuszczenie sody kaustycz-
nej w wodzie, jak ług już raz użyty oraz miesza-
ninę obu, poddaje się oczyszczeniu od osadów i za-
wiesin przez długotrwałą de-
kantację i przez filtrowanie.
Zawartość hemicelulozy w ługu
mieszanym nie stanowi
żadnej przeszkody do ponow-
nego jego użycia.

Z kolei alkalicelulozę od-
ciska się za pomocą prasy hy-
draulicznej od ługu, którym
jest ona przesiąknięta, pro-
wadząc prasowanie aż do
ustalonego, mniej więcej
3-krotnego stosunku jej cięża-
ru do ciężaru użytej masy ce-
lulozowej. Odcisnięty ług jest
silnie zabarwiony i posiada
znacznie większą zawartość
zanieczyszczeń, w porówna-
niu do ługu, który spłynął
swobodnie. Nie nadaje się on
w tej postaci do fabrykacji,
zostaje jednak odzyskany w
procesie regeneracyjnym, po-
legającym na dializie, t. j. na
przechodzeniu ługu sodowego
do wody przez odpowiednią
przeponę, nie przepuszczającą
przez swe pory stosunkowo dużych koloidalnych
cząstek hemicelulozy. Dializator wyobrażony jest
na rys. 15. Ług „wyczerpany” o bardzo niskiej al-
kaliczności, zawierający całą hemicelulozę, może

być niekiedy zużytkowany
ubocznie, w większej części
jednak odpływa do kanału.
Otrzymuje się natomiast czy-
sty rozcieńczony ług, służący
zamiast wody do rozpuszcza-
nia sody kaustycznej (przez
co osiąga się znaczną jej
oszczędność) oraz do przygo-
towania wiskozy (por. niżej).

Alkaliceluloza zawiera o-
czywiście hemicelulozę i li-
gninę, rozpuszczone w ługu,
którym jest ona przesiąknięta,
przy odpowiednim jednak sto-
pniu odprasowania ilości te
pozostają w granicach dopu-
szczalnych. Po wyjęciu alka-
licelulozy z prasy wrzuca się
alkalicelulozę do szarpacza.
Czynności te zostały ostatnio
zautomatyzowane; szarpacz
ustawiany bywa pod prasę
tak, iż alkaliceluloza sama do
niego wpada. Taki właśnie
szarpacz wyobrażony jest

na rys. 16. Działa on podobnie do gniotownika, po-
siadając jednak ostre zęby na pałkach i na „sio-
dle”, rozgraniczającym oba półwałce, rozrywa al-
kalicelulozę na drobne włókienka, zamieniając ją
na pulchną, luźną masę. Rozcieraniu sprzyja moż-
ność stosowania obrotu obu wałów w tym czy in-
nym kierunku, z większą lub mniejszą szybkością.
W ciągu kilku godzin szarpania chłodzi się alkali-
celulozę zimną wodą, przepływającą przez płaszcz
maszyny. Ze względu bowiem na rozpoczęty już
proces dojrzewania alkalicelulozy, konieczne jest



Rys. 16.

ograniczenie i ściśle unormowanie przebiegu wzro-
stu temperatury podczas szarpania.

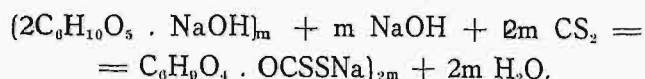
Dojrzewanie alkalicelulozy jest to proces jej de-
gradacji pod działaniem tlenu atmosferycznego.

Alkaliceluloza musi przejść przez proces dojrzewania, aby otrzymana z niej wiskoza posiadała bez nadmiernego rozcieńczenia lepkość, nie wymagającą stosowania ciśnień większych, niż 4—5 atmosfer. Lepkość bowiem wiskozy o określonej zawartości celulozy, jak i każdego innego roztworu celulozy, spada w miarę degradacji celulozy. Mimo w pewnym stopniu ujemnego wpływu degradacji na wytrzymałość jedwabiu, pracuje się z wiskożą o obniżonej lepkości, gdyż z różnych względów stanowi to wielkie ułatwienie pracy, a tym samym pozwala na osiągnięcie lepszych wyników. Z biegiem lat jednak stopień dojrzewania alkalicelulozy został ograniczony. Stopień ten, wyrażający się w lepkości wiskozy, można regulować dowolnie przez zmianę czasu i temperatury dojrzewania. Zwykle dojrzewanie alkalicelulozy trwa 1—3 dni po zakończeniu szarpania w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej, którą ustala się ściśle i utrzymuje w granicach paru dziesiątych stopnia, już bowiem różnica ½-stopniowa wywiera widoczny wpływ na lepkość wiskozy (wzrost temperatury przyspiesza oczywiście dojrzewanie).

Niezwykła wrażliwość procesu dojrzewania alkalicelulozy na temperaturę powoduje, że dla otrzymania jak najrówniejszej lepkości dotychczas jeszcze prowadzi się ten proces w sposób technologicznie nieracjonalny, bo nie tylko w bardzo powolnym tempie, lecz na dobitkę w małych naczyniach, a mianowicie w kilkudziesięciu- czy stulitrowych puszkach z żelaznej blachy. Przy dojrzewaniu bowiem alkalicelulozy wydziela się ciepło, utrzymywane więc przez cały czas dojrzewania stałej temperatury w całej masie alkalicelulozy wymagałoby idealnej wymiany ciepła z otoczeniem. Oczywiście, im naczynie jest mniejsze, tym wymiana jest lepsza, a zatem mniejsze są różnice temperatury w czasie i przestrzeni.

Zrozumiała jest tendencja do prowadzenia dojrzewania w dużej masie i szybko, a zatem w wysokiej temperaturze, z którą też musi być zrównana (przez wstrzymanie lub ograniczenie chłodzenia) końcowa temperatura szarpania. Zrealizowaniu tej tendencji stoi na przeszkodzie obawa przed znacznymi wahaniami lepkości wiskozy, odbijającymi się na własnościach jedwabiu, szczególnie przez spowodowanie niejednakowej chłonności względem barwników. Dla ciętego włókna, które ulega wymieszaniu w dużych masach, nie ma to wielkiego znaczenia. To też w tym wypadku znacznie łatwiej jest przeprowadzić racjonalizację dojrzewania alkalicelulozy, a nawet przekształcić je w proces ciągły.

Dojrzałą alkalicelulozę poddaje się ksantogenowaniu, czyli siarczowaniu. Działa się mianowicie na nią siarczkiem węgla CS_2 , który wiąże się z nią chemicznie, dając dwutiowęglan celulozowo-sodowy, zwany inaczej celulozoksantogenianem sodu. Reakcja, w której bierze udział i wolny ług, jakim przesiąknięta jest alkaliceluloza, ma przebieg następujący:

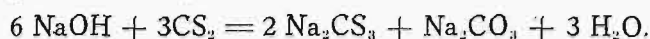


Powstający związek jest zarazem estrem celulozowym i solą sodową nietrwałego dwuwartościo-

wego kwasu dwutiowego $HO \cdot CS \cdot SH$, którego bezwodnikiem jest siarczek węgla. Reakcja ta przebiega tylko na powierzchni micel, we wnętrzu ich zaś pozostają niezmienione cząsteczki alkalicelulozy. Ze względu na to, że ilość cząsteczek na powierzchni i we wnętrzu miceli jest prawie ta sama, otrzymuje się sumaryczny przybliżony wzór $[NaOH \cdot (C_6H_{10}O_5)_2 \cdot 2 C_6H_9O_4 \cdot OCSSNa]_m$, który, o ile pominąć związany addycyjnie NaOH, można prościej napisać:



Nadmiar wolnego ługu również reaguje z siarczkiem węgla, dając mieszaninę trójtiowęglanu i węglanu sodowego:

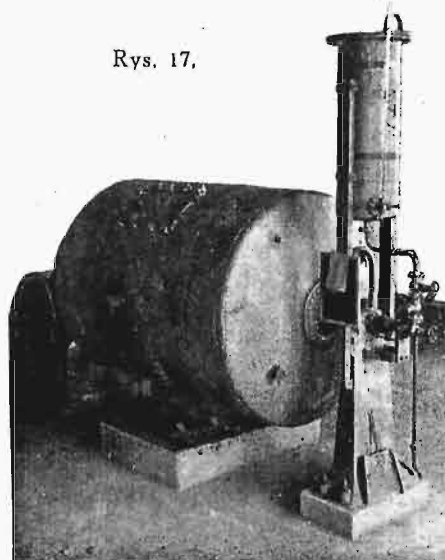


Otrzymany produkt („ksantat”) ma zabarwienie pomarańczowe, pochodzące od czerwonej barwy trójtiowęglanu sodu.

Ponieważ siarczek węgla jest bardzo lotną i łatwo palną cieczą, której para może dać z powietrzem mieszaninę wybuchową, a poza tym jest szkodliwa dla zdrowia, praca więc z siarczkiem węgla wymaga zachowania różnorodnych środków ostrożności. Przechowuje się go i przetłacza pod warstwą wody, z którą się nie miesza i od której jest cięższy. Do t. zw. baratu (naczynia reakcyjnego) wprowadza się go po hermetycznym zamknięciu naczynia i po rozrzedzeniu w nim powietrza. Po dokończeniu reakcji, a przed otwarciem baratu, odciąga się zeń i wyrzuca na zewnątrz niezwiązany chemicznie nadmiar pary siarczku węgla. Pomieszczenie dla siarczowania bywa zwykle oświetlane z zewnątrz, by uniknąć możliwości krótkiego spięcia; używa się w nim skrobaczek brązowych, a nie żelaznych, by uniknąć krzesania iskier i t. d.

Wspomniany barat jest to żelazny bęben o podwójnych ściankach, między którymi przepływa zimna woda, i o okrągłym lub sześciokątnym przekroju, obracający się dokoła poziomej osi (rys. 17).

Rys. 17.



Wsypuje się do niego alkalicelulozę, zamyka się go, wprowadza się siarczek węgla i wprawia w powolny ruch. Reakcję prowadzi się w ciągu 2—3 godzin, przestrzegając określonego biegu temperatury, która na skutek ciepła reakcji wykazuje stop-

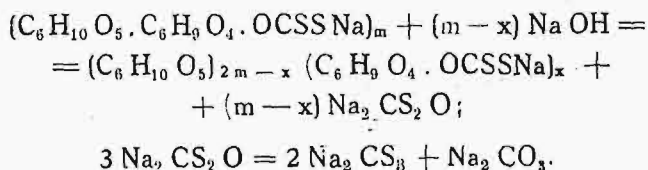
niowy wzrost. Otrzymuje się produkt złożony z mniejszych i większych kulek, powstających przez zlepianie się przesypanej się masy. Pojemność



Rys. 18.

baratu przeważnie odpowiada pojemności prasy merceryzacyjnej i szarpacza.

„Ksantat” wysypuje się z baratu przez otwór w podłodze i przez szeroki rękaw blaszany do ustawionego o piętro niżej zbiornika z mieszadłem, zawierającego około 4%-owy ług sodowy. Rozpuszcza się on w ługu, tworząc lepki, koloidalny roztwór, zwany wiskozą. Roztwór ten jest nietrwały: rozpuszczony ksantogeanian stopniowo odszczepia pod wpływem ługu związany kwas dwutlenowy, dając szereg produktów, stanowiący ciągłe przejście od ksantogeanianu do celulozy, a raczej do alkaliceleulozy. Jednocześnie zwiększa się zawartość trójtlenowianu i węglanu w wiskozie. Reakcje te wyrażone są równaniami:

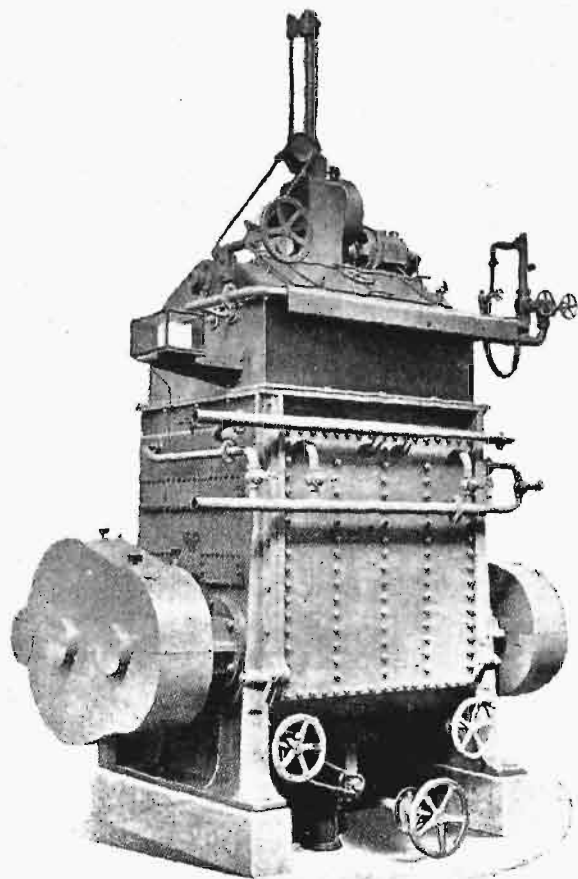


W miarę hydrolizy ksantogeanianu rośnie skłonność płynu do koagulacji pod działaniem roztworów różnych soli. Cały proces nazywa się dojrzewaniem wiskozy. Drobne już zmiany temperatury wpływają nań w niemiejszym stopniu, niż na dojrzewanie alkaliceleulozy.

By zapobiec przedwczesnemu i nierównomiernemu dojrzewaniu wiskozy, konieczne jest, ze względu

du na energiczne mieszanie płynu, silne jego chłodzenie. Zbiornik, w którym przeprowadza się rozpuszczanie ksantatu, posiada więc płaszcz, przez który przepływa roztwór chlorku wapnia o temperaturze mniej więcej od -5° do -10° . Zbiorniki do rozpuszczania ksantatu bywają pionowe i poziome. Typ pionowy wyobrażony jest na rys. 18. Zwykle zbiornik połączony jest z pompą, podającą zawartość z dna zbiornika na jego powierzchnię; takie krążenie dopomaga rozpuszczaniu. Po drodze płyn z grudkami przechodzi przez rozcieracz. Po kilkugodzinnym mieszaniu wypuszcza się wiskozę o ściśle ustalonej temperaturze — w granicach $10-20^\circ$. Wiskoza stanowi dość rozcieńczony roztwór, zawiera bowiem zaledwie 6—9% celulozy, to też objętość zbiornika do rozpuszczania, odpowiadającego zazwyczaj objętości prasy merceryzacyjnej, szarpacza i baratu, wynosi kilka metrów sześciennych.

Stosowane bywają również urządzenia, służące zarówno do ksantogeanowania, jak i do rozpuszczania ksantatu. Są to gniotowniki „próżniowe”, t. j. uszczelnione na wytwarzanie w nich rozrzedzenia, co, jak wyjaśniono, przy pracy z siarczkiem węgla jest niezbędne. Tego rodzaju maszyna uwidoczniiona jest na rys. 19. Oczywiście również i ona zaopatrzona jest w płaszcz chłodzący. „Ksantat” otrzymuje się w postaci ciasta, które stopniowo gniotąc rozrabia się z mocnym, a potem ze słabszym



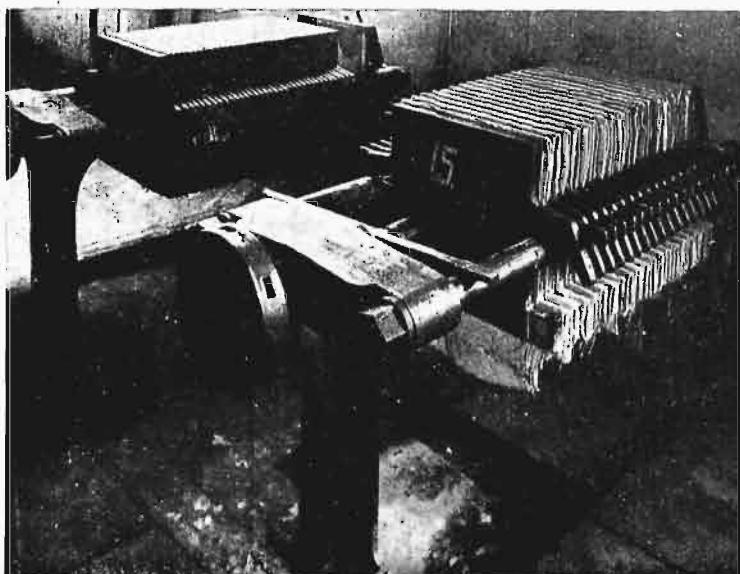
Rys. 19.

ługiem i z wodą, przy czym wprawia się w ruch mieszadło pionowe, w które gniotownik również jest zaopatrzone. Ponieważ, przy odpowiednim dosto-

sowaniu gniotownika, można w nim również szarpać alkaliceleulozę, zasadniczo możliwe jest wykonanie w nim jednym ciągiem wszystkich czynności, prowadzących od wyprasowanej alkaliceleulozy do wiskozy. Wymaga to jednak przeprowadzenia całkowitego dojrzewania alkaliceleulozy już podczas szarpania, a więc pracy przy 45—50", co nastręcza, jak już wyjaśniono, poważne trudności.

Ostatnio zaproponowano taką konstrukcję urządzenia („Xantholver”) do ksantogenuwania i rozpuszczania, przy której nie stosuje się gniecienia, lecz porusza się odpowiednim mieszadłem w niskim a szerokim zbiorniku luźną masą alkaliceleulozy wraz z siarczkiem węgla. Ma to dawać oszczędność siły i czasu, a zarazem zapobiegać trudnościom rozpuszczania, właściwym pracy z gniotownikami.

Dla uzyskania równiejszej lepkości wiskozy niektóre fabryki stosują mieszanie kilku jej partyj ze sobą. Dojrzewanie wiskozy odbywa się w pomieszczeniu o stałej, dość niskiej temperaturze, a więc bez okien, np. w piwnicy. Podczas dojrzewania wiskozę przetłacza się kilkakrotnie ze zbiornika do zbiornika, każdorazowo przez parę warstw coraz to gęstszych tkanin bawełnianych, owiniętych na błotniarce (rys. 20), niekiedy również przez watę. Usuwają się przez to drobne nawet, nierozpuszczone włókienka celulozy oraz wszelkie przypadkowe zanieczyszczenia. Nad dojrzałą wiskożą wytwarza się „próżnię” i pozostawia się ją tak na kilkanaście godzin dla całkowitego usunięcia pęcherzyków powietrza.



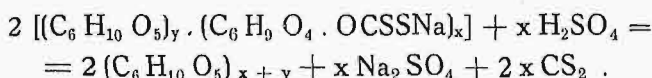
Rys. 20.

Wspomniano już o tym, że matowanie włókna przez wprowadzanie odpowiednich dodatków do płynu przedzalniczego jest szczególnie rozpowszechnione przy systemie wiskozowym. Jest to zrozumiałe ze względu na silny połysk, który jedwab ten posiada. Istnieje bardzo wiele sposobów zmatowania za pomocą zawieszania w wiskozie kropelek różnych płynów i cząstek ciał stałych. Najbardziej rozpowszechnione z pierwszych są oleje mineralne i roślinne, z drugich dwutlenek tytanu — biały pigment, dający się otrzymać w stanie wysokiego rozdrobnienia i dający silny stopień zma-

towania. Prócz tego zalecane są rozmaite dodatki, ułatwiające zdyspergowanie środka matującego i zwiększające trwałość emulsji czy zawiesiny.

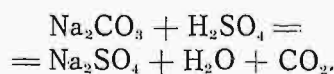
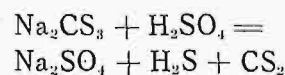
Stosowane bywa również obciążanie gotowego jedwabiu wiskozowego odpowiednimi osadami w celu zmatowania.

Przędzenie wiskozy odbywa się sposobem mokrym. Zasada jego polega na wytrąceniu ze strumyczka płynu skoagulowanego ksantogenu, co osiągnąć można działaniem różnych soli, w praktyce zaś głównie działaniem roztworu siarczanu sodu, i na rozłożeniu strąconego ksantogenu działaniem kwasu siarkowego, który, zabierając związany w kompleksie wodorotlenek sodu, powoduje rozbitcie kompleksu z wydzieleniem celulozy i siarczku węgla w myśl równania:

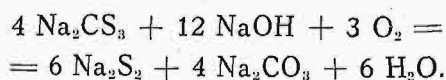


Jednocześnie następuje zobojętnienie kwasem siarkowym wolnego ługu sodowego, stanowiącego większą część całkowitej wprowadzonej do wiskozy ilości wodorotlenku sodu. Powstaje siarczan sodu, który właśnie służy do koagulacji ksantogenu, nie musi więc być do tego celu specjalnie wprowadzany. W praktyce stosuje się od razu roztwór kwasu siarkowego i siarczanu sodu w wodzie, lub inaczej, wobec znacznej przewagi siarczanu sodu, roztwór mieszaniny kwaśnego ($NaHSO_4$) i obojętnego (Na_2SO_4) siarczanu sodu. Kąpiel taka zarazem zobojętnia wolny ług, wytrąca ksantogenu i rozkłada go.

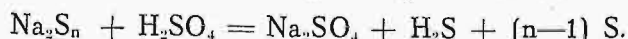
Kwas rozkłada również zawarte w wiskozie domieszki, zgodnie z równaniami:



Nie cały więc wprowadzony siarczek węgla wydziela się z powrotem w tej samej postaci: część wydziela się w postaci siarkowodoru i dwutlenku węgla. Inna jeszcze część wydziela się w postaci wolnej siarki, a to na skutek utleniającego działania powietrza, jeszcze w wiskozie, na część tiowęglanu, co powoduje powstawanie innych związków. Do tych związków należą wielosiarczki sodu Na_2S_n , z których najprostszymi Na_2S_2 powstaje z tiowęglanu według następującego równania:

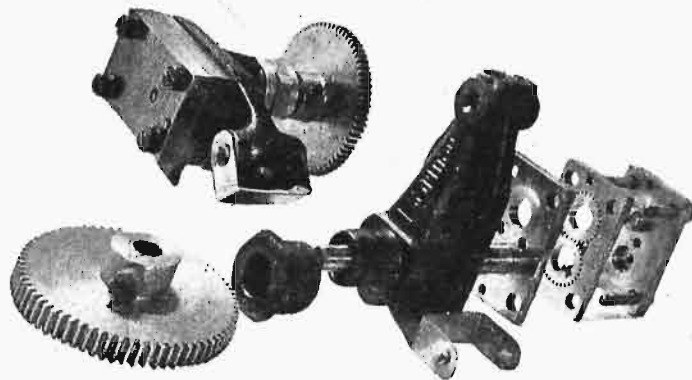


Rozkład wielosiarczków przebiega następująco:



Jak widać z powyższego, cały ług sodowy z wiskozy, wolny lub jakkolwiek związany, przechodzi w siarczan sodu, który rozpuszcza się w kąpeli koagulacyjnej. Jednocześnie wiskoza, ze względu na niewielką zawartość w niej celulozy, rozcieńcza

stale kapiel znacznymi ilościami wody. Na skutek tego następuje stały wzrost objętości kąpieli koagulacyjnej. Przez wiele lat nadmiar płynu po prostu wylewano do kanału. Ponieważ wody przybywało nieproporcjonalnie więcej, w stosunku do



Rys. 21.

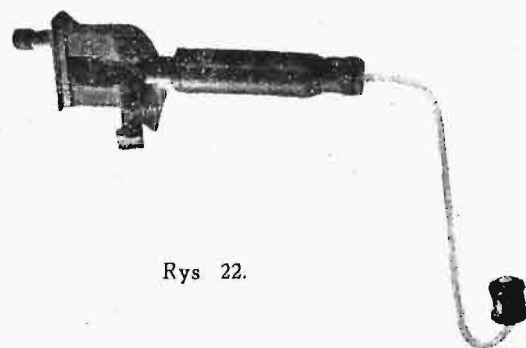
przyrostu siarczanu sodu, więc zawartość tej soli w kąpieli koagulacyjnej spadała, i mimo powstawania jej w znacznych ilościach, trzeba było jej jeszcze dodawać (najczęściej w postaci kwaśnego siarczanu sodu).

Ze względu na konieczność unikania tak silnego zakwaszenia ścieków oraz na oszczędność, opracowano system odzyskiwania kwasu siarkowego i siarczanu sodu, polegający z jednej strony na wydzielaniu z kąpieli koagulacyjnej przez oziębienie siarczanu sodu wraz z pewną ilością wody w postaci kryształów soli glauberskiej ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), z drugiej strony na odparowywaniu reszty nadmiaru wody. Płyn z obu wymienionych operacji wracają do kąpieli koagulacyjnej. Oba mają zwiększoną zawartość kwasu, przez co przeciwdziałają w pewnym stopniu spadkowi kwasowości kąpieli, zmniejszając tym samym wydatnie ilość dodawanego kwasu. Co się tyczy zawartości siarczanu sodu, to oczywiście płyn po krystalizacji („ług pokryształizacyjny”) ma ją obniżoną, płyn zaś zagęszczony — zwiększoną. W sumie — pozwalają na utrzymanie stałej zawartości siarczanu sodu w kąpieli koagulacyjnej bez wprowadzania go z zewnątrz. Zużywając pewne ilości pary i zimna (przenoszonego za pomocą roztworu chlorku wapnia), osiąga się za to znaczne zmniejszenie zużycia kwasu siarkowego i zupełnie zniesienie zużycia siarczanu sodu, przeciwnie — wytwarza się bardzo znaczne ilości soli glauberskiej, t. j. uwodnionego siarczanu sodu.

Przy wielkim rozwoju produkcji włókna wiskozowego zaczęła się pojawiać na rynku czysta sól glauberska w tak wielkich ilościach, na jakie w ogóle nie ma zapotrzebowania. Stanowi to bodziec do wynalezienia nowych zastosowań dla tego produktu przez opracowanie nowych metod technologicznych. Mamy tu ciekawy objaw wpływu, jaki przemysł sztucznego włókna może wyrzucić na pozornie zupełnie już ustabilizowaną dziedzinę wielkiego przemysłu nieorganiczno-chemicznego.

Przefiltrowaną, dojrzałą i odpowietrzoną wiskozę doprowadza się do maszyny przędzalniczej, gdzie filtruje się ją jeszcze parokrotnie, a mianowicie przez błotniarkę, ustawioną przed samym wejściem na maszynę, przez filtr świecowy, znajdujący się za pompką (najczęściej trybową) dla każdego punk-

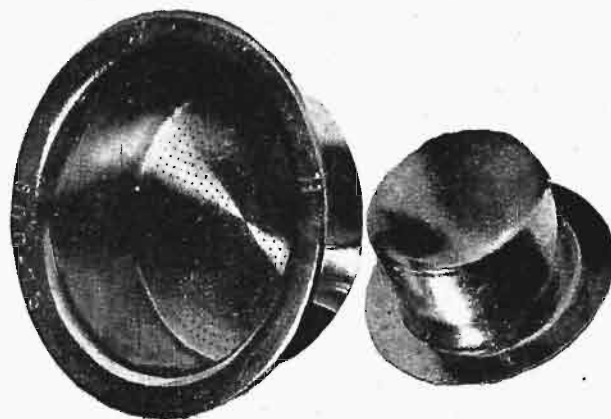
tu przędzącego, oraz przez filterek, znajdujący się tuż przed samą dyszą. Pompki trybowe wyobrażone są na rys. 21, filtr świecowy zaś z wygiętą rurką i dyszą na rys. 22. Szczególna staranność filtracji konieczna jest ze względu na małe rozmiary



Rys. 22.

otworków dysz (zwykle 0,07—0,1 mm). Wiskoza różni się bowiem zasadniczo od roztworu miedziowo-amoniakalnego tym, że żel ksantogenianu daje się wyciągać w nieznacznym tylko stopniu: nie wiele więcej, niż w stosunku 2-krotnym. Dysze (rys. 23) wykonane są albo ze stopów metali szlachetnych — platyny, złota, palladu itd., albo z tantalu.

Wspomniano na początku niniejszego artykułu o produktach pokrewnych sztuczemu włóknu, a mianowicie o sztucznym włosiu i słomce przędzonej. Są to twory o postaci cylindrycznej (włosie) lub bardzo wąskiej taśmy (słomka) i o grubości odpowiadającej setkom denier, które otrzymuje się z dysz o jednym dużym otworze — okrągłym czy w kształcie prostej lub łukowatej szpary. Reakcje w tak grubych strumieniach wiskozy zachodzą dość



Rys. 23.

trudno, co wymaga powolnego biegu maszyny i przedłużenia drogi, wzdłuż której działa kapiel koagulacyjna.

Dla jedwabiu jednak, nawet złożonego z nitczek grubych (np. 5 denier i więcej), koagulacja i rozkład ksantogenianu przebiegają tak szybko, że droga 15—50 cm, jaką przebiega nitka od dyszy w górę do poziomu kąpieli koagulacyjnej, w której jest zanurzona, zazwyczaj jest wystarczająca; reszty dokonywa ta ilość kwaśnej kąpieli, którą nie zabiera ze sobą. Zauważyć należy, że kapiel koagulacyjna ma temperaturę co najmniej 40°. W niektórych wy-

padkach stosuje się, po zmianie kierunku nici np. za pomocą haczyka, poziome jej przeciąganie pod powierzchnią kąpieli na dodatkowym dystansie, albo też wzmacnianie działania kwasu na nią już wynurzona przez zanurzenie cewki, na którą się ona nawija, w rynience z rozcieńczonym kwasem siarkowym.

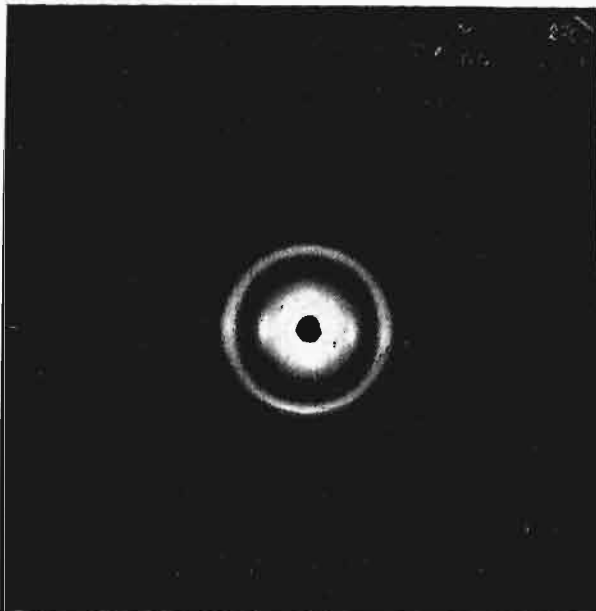
Zastosowanie kąpieli tylko z kwasu siarkowego i z siarczanu sodu nie doprowadziło do otrzymania nadającej się do użytku nici. Bezowocność wysiłków w tym kierunku znalazła obecnie wyjaśnienie. Dla dostatecznie bowiem szybkiego zobojętnienia ługu, a zatem wytrącenia ksantogenu, potrzebne jest pewne, niezbyt niskie stężenie kwasu; w tym jednak stężeniu kwas działa zbyt energicznie na ksantogenian, rozkładając go jeszcze przed dostatecznym skoagulowaniem. Niteczki mają wtedy budowę nieprawidłową, na skutek której są matowe, słabe i kruche. Na drodze czysto empirycznych doświadczeń stwierdzono, że dodatek do kąpieli koagulacyjnej pewnych ilości siarczanu amonu, magnezu, cynku i in., a także niektórych substancji organicznych, jak glukoza (cukier gronowy), daje nić o wysokich zaletach. Szczególnie szerokie zastosowanie w ostatnim dziesięcioleciu znalazł siarczan cynku. Działanie tych dodatków polega na hamowaniu rozkładu ksantogenu pod wpływem kwasu. W wypadku cynku polega ono na tym, że na powierzchni strumyka wiskozy powstaje błonka z ksantogenu cynku, znacznie bardziej, niż ksantogenian sodu, odpornego na działanie kwasu, a zarazem chroniącego przed tym działaniem płyny jeszcze rdzeń niteczki.

Co do składu ilościowego kąpieli koagulacyjnej, to należy stwierdzić, że nie ma tu przepisów uniwersalnych, ale nie ma też dowolności. Aby otrzymać nić o dobrych własnościach mechanicznych, miękką i o równomiernym połysku, trzeba sharmo-

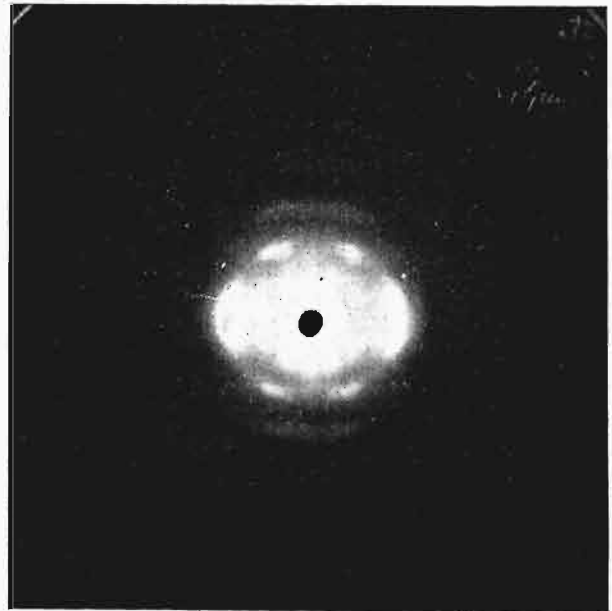
nowitej nici, oraz z całym kompleksem czynników mechanicznych, związanych z zasadniczym systemem maszyny przędzalniczej oraz ze sposobem i szybkością prowadzenia na niej nici. Czynniki te wywierają swe piętno na produkcji przez działanie siłami naprężającymi i wyciągającymi na półplastyczną nić w różnych stadiach rozkładu ksantogenu.

Trzeba zaznaczyć, że obok ogólnie stosowanych kombinacji warunków, zamykających się w granicach nieznacznych stosunkowo fluktuacji, istnieją również zgoła odrębne możliwości. Wymienić tu należy jedwab *Lilientfelda*, przędzony z bardzo lepkiej i niedojrzałej wiskozy z zimnej kąpieli z kilkudziesięcioprocentowego kwasu siarkowego, z silnym w niej wyciąganiem: bardzo plastyczny w tych warunkach ksantogenian daje niemal idealną orientację osiową micel, a zatem jedwab o niezwyklej wprost wytrzymałości, minimalnej jednak rozciągliwości. Ta właśnie wada spowodowała, że mimo wielkich początkowo nadziei i licznych, niestety bezowocnych, wysiłków wynalazcy, zmierzających do jej usunięcia, jedwab ten nie znalazł praktycznego zastosowania. Różnica między stopniem orientacji micel w jedwabiu *Lilientfelda* i w zwykłym jedwabiu wiskozowym widoczna jest z ich rentgenogramów. Rys. 24 odnosi się do jedwabiu zwykłego, rys. 25 — do jedwabiu *Lilientfelda*.

Co się tyczy typów maszyn przędzalniczych, to pierwotnie przędzono jedwab wiskozowy systemem wirówkowym, który do tego właśnie celu został wynaleziony. Zasadę tego systemu wyjaśniono już przy omawianiu jedwabiu miedzowego. Bez porównania jednak większe rozpowszechnienie znalazł on oczywiście w przemyśle wiskozowym. W krajach wysokich płac zajmuje pozycję dominującą, gdyż pozwala na usunięcie oddzielnej operacji skręcania (już po wypłukaniu i wysuszeniu), wymaga-



Rys. 24

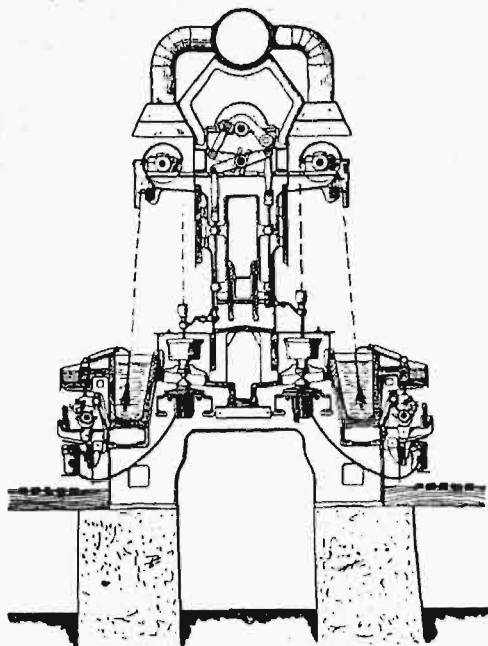


Rys. 25.

nizować skład chemiczny i własności koloidalne (lepkość i dojrzałość) wiskozy ze składem chemicznym, temperaturą i czasem działania kąpieli koagulacyjnej, z grubością pojedynczych niteczek i cał-

jącej dość dużo robocizny. Zato cena maszyny przędzalniczej zwiększona jest o cenę tylu oddzielnych motorków i wirówek, ile jest punktów przędzących, koszt zaś eksploatacji obciążony jest nad-

zorem, konserwacją i remontem motorków. Zastosowanie dla wszystkich wirówek wspólnego napędu jest niemożliwe, gdyż nieuniknione przy tym poślizgi dałyby duże różnice skrętu. Rys. 26 wy-



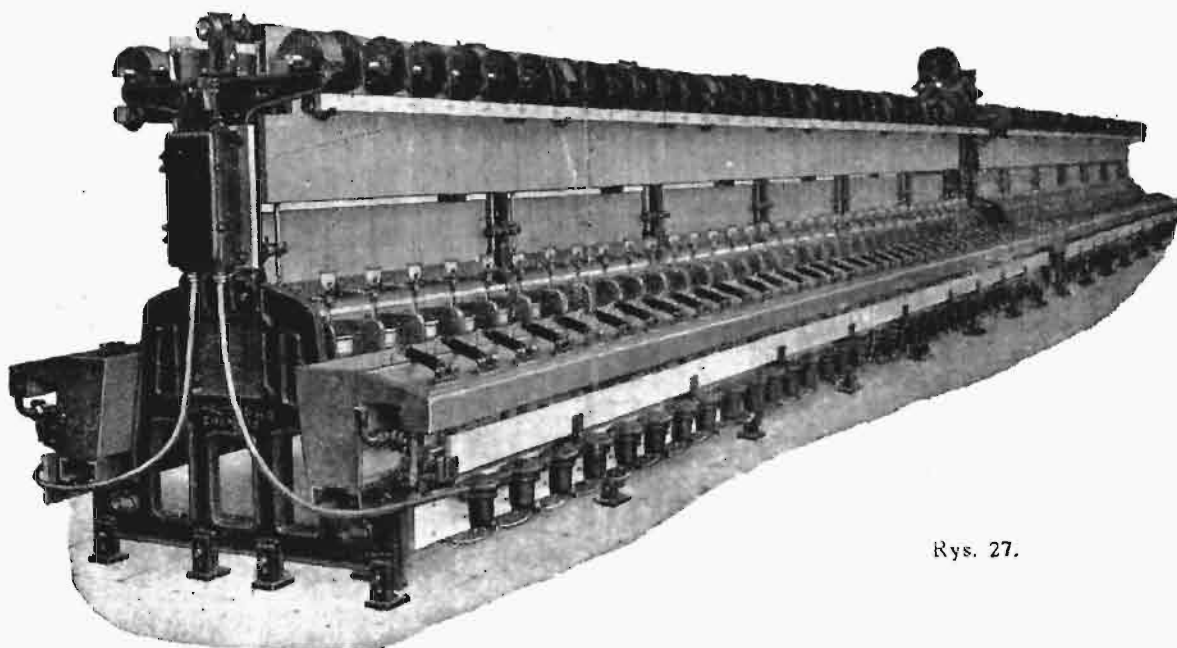
Rys. 26.

obraża schemat maszyny wirówkowej, rys. 27 — jej wygląd ogólny. O płukaniu, odsiarkowaniu i ostatecznym wykańczeniu wirówkowego jedwabiu wiskozowego można powiedzieć to samo, co już powiedziano o wykańczeniu wirówkowego jedwabiu miedziowego: motanie surowych zwojów przeważnie zostało wyparte przez różne systemy traktowania w zwojach.

Bardzo rozpowszechnione są również maszyny cewkowe, na których nić, bezpośrednio lub przez

chy aluminiowej, powleczonej kwasoodpornym lakierem typu bakelitowego. Schemat takiej maszyny wyobrażony jest na rys. 28, ogólny zaś widok przędzalni na rys. 29. Zależnie od konstrukcji skrzynki suwakowej, sterującej ruch wodzika, otrzymuje się określone nawinięcia jedwabiu na cewkę. Dąży się do takiego nawinięcia, przez które przepływ płynów, używanych do wykańczania jedwabiu na cewce, byłby możliwie łatwy i równomierny. Chodzi tu o wypłukanie wodą, w wielu wypadkach zaś również o rozpuszczenie wolnej siarki (odsiarkowanie). Ponieważ nić podczas płukania i odsiarkowania podlega zmianom długości, a przede wszystkim kurczy się podczas suszenia na cewce, rodzaj więc nawinięcia ma duży wpływ na własności mechaniczne i zdolność chłonięcia barwników przez poszczególne odcinki nici: te bowiem z nich, które nie mogły się skurczyć z powodu oporu niżej leżących warstw, uzyskują wyższy stopień orientacji osiowej micel, a zatem i inne własności. Najbardziej różni się pod tym względem od reszty jedwabiu spodnia warstwa nawinięcia, która w swym dążeniu do skurczu napotyka na nieprzewyższony opór ze strony sztywnej cewki. Dla usunięcia tej wady poczyniono liczne wysiłki, zmierzające do skonstruowania podatnej i elastycznej, lub dającej się składać cewki.

Niezbędnym uzupełnieniem każdej wiskozowej maszyny przędzalniczej jest znajdująca się nad nią instalacja wentylacyjna, wyciągająca na zewnątrz wielkie masy powietrza z siarkowodorem i z parą siarczku węgla. Wobec niemożliwości zupełnego zamknięcia maszyny przędzalniczej, względy higieniczne nakazują wytwarzanie bardzo silnych prądów powietrza. To też z każdej maszyny przędzalniczej odsysa się setki metrów sześciennych powietrza na minutę, wyrzucając na zewnątrz szkodliwe gazy w bardzo silnym rozcieńczeniu. Wzamin powietrza usuniętego, wtfacza się na salę



Rys. 27.

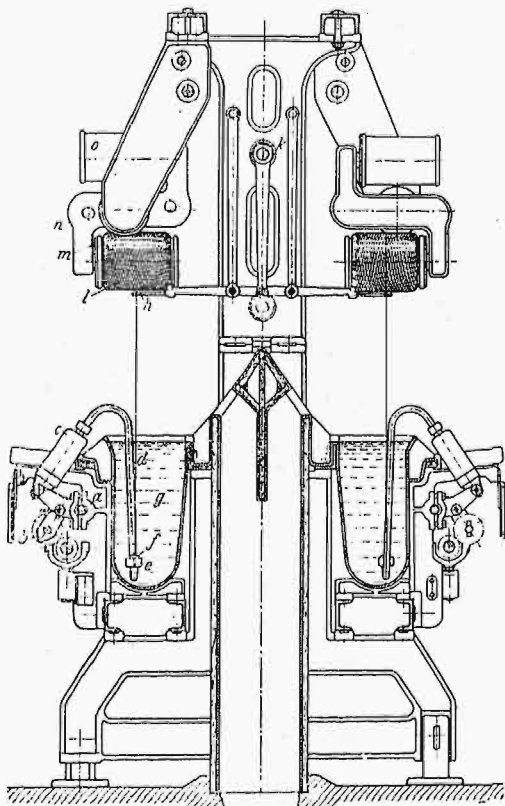
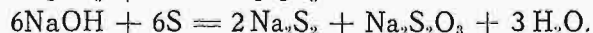
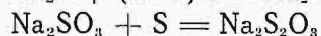
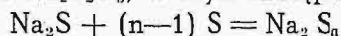
urządzenia prowadzące i naprężające lub wyciągające (haczyki, rolki), biegnie do wodzika, przesuwającego ją ruchem wahadłowym wzdłuż obracającej się cylindrycznej cewki z dziurkowanej bla-

przędzalni świeże, w razie potrzeby — podgrzane powietrze w równie wielkich ilościach.

Po nawinięciu odpowiedniej ilości jedwabiu na cewkę wymienia się ją na inną, jedwab zaś płucze

się wodą dla usunięcia kwasu i siarczanów. Za pomocą kauczukowych połączeń i przykrywek tworzy się z 2—3 cewek zamknięty stos, ustawiony pionowo nad otworem w dnie kadzi. Dno kadzi do płukania podziurawione jest takimi otworami, wobec czego kadź zostaje wypełniona cewkami, których wnętrze połączone jest ze znajdującą się pod dnem skrzynką. Po wypełnieniu kadzi wodą wyciąga się za pomocą pompy ssącej wodę z tej skrzynki, co powoduje przechodzenie wody z kadzi przez nawinięte na cewki warstwy jedwabiu i dziurki w cewce, a ztem wypłukanie jedwabiu.

Z kolei stosowane bywa dwojakie postępowanie. Dawniejszy system polega na wysuszeniu jedwabiu na cewkach przez zawieszenie ich na wózku, zaopatrzonym w szereg poziomych drążków i wprowadzenie tego wózka do suszarni tunelowej. Wysuszony jedwab skręca się i mota; w postaci motków zostaje on odsiarkowany, poczem zazwyczaj bywa bielony, przechodzi przez bardzo rozcieńczony kwas solny, wreszcie otrzymuje preparację ostateczną (avivage). Cały ten szereg operacji przechodzą motki na takiej samej maszynie, jaką już opisano, omawiając wykańczanie jedwabiu miedziowego. Dla rozpuszczenia siarki używany bywa ług sodowy lub też roztwory siarczku węgla (Na_2S) lub siarczynu sodu (Na_2SO_3), przy czym tworzą się wielosiarczki sodu Na_2S_n i tiosiarczany sodu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, w myśl następujących reakcyj:

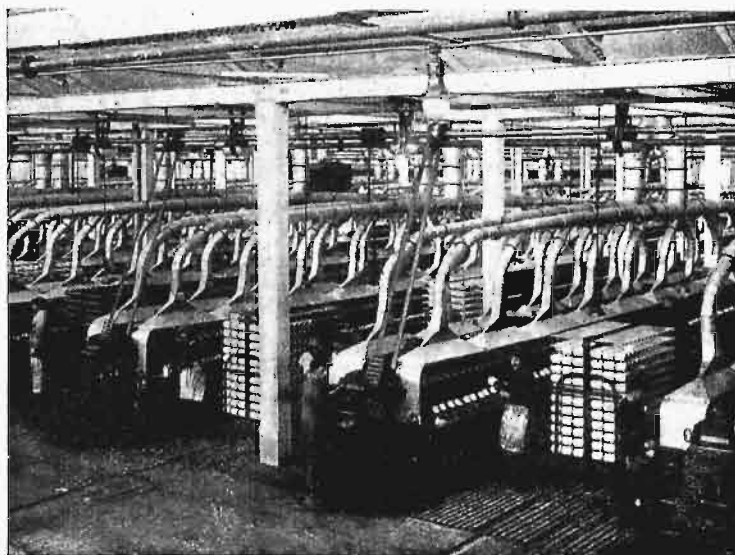


Rys. 28.

Po wypłukaniu jedwab bieli się, zwykle podchlorynem sodu, który utlenia i usuwa resztki substancji pochodzących z ligniny. Bielenie przędzy nie

jest konieczne, gdyż gotowe tkaniny i wyroby najczęściej i tak przechodzić muszą ten proces. Preparacja końcowa polega na lekkim natłuszczeniu wodną emulsją, np. oliwy, namydleniu lub napojeniu wodnym roztworem lub zawiesiną specjalnych preparatów syntetycznych. Wreszcie odwirowuje się z jedwabiu nadmiar płynu i suszy się go, otrzymując ostatecznie gotową przędę w motkach.

Nowszy system polega na odsiarkowaniu, względnie również namydleniu lub natłuszczeniu jedwabiu bez uprzedniego suszenia, na tych samych cewkach, na których został on wyprzędzony, i tym samym sposobem, jakim został wypłukany. Uprzednio należy tylko zalać cewki w kadzi gorącą wodą dla odpędzenia pozostałego między niemi siarczku węgla, co nie jest konieczne wtedy, gdy jedwab suszy się, a przez to zarazem uwalnia od siarczku węgla. Odpędzanie siarczku węgla można oczywiście zastosować i w pierwszym przypadku. Może to być korzystne niezależnie od systemu odsiarkowania, o ile przy tym skrapla się parę siarczku węgla. W ten sposób odzyskuje się część zużytego siarczku węgla i zmniejsza się wydzielanie jego pary do atmosfery. Odsiarkowanie na cewkach usuwa konieczność motania; wykończony bowiem jedwab można po wysuszeniu nawijać, skręcając od razu na cewki stosowane w przemyśle włókienniczym. Zaoszczędza się w ten sposób robocizny i unika się uszkodzenia nici (pęknięcia poszczególnych nitczek), nieuniknionego przy licznych operacjach mechanicznych i manipulacjach, a w szczególności przy zanurzaniu i suszeniu luźnych motków. Wykończony jednak tym sposobem jedwab nie ma żadnej możliwości wyrównania zachodzących przy suszeniu na niepodatnej cewce różnic „skurczów” w poszczególnych warstwach nawinięcia, co w znacznej mierze zachodzi przy suszeniu motków. Wykazuje więc on znaczne różnice własności warstw, co ogranicza na razie możliwości jego zastosowania. Rozwiązanie tej sprawy nastąpi zapewne wte-



Rys. 29.

dy, gdy zostanie opracowany taki typ podatnej cewki, który da się zastosować na skalę przemysłową bez trudności i komplikacyj. Potrzeby bo-

wiem i rosące wciąż wymagania przetwórczego przemysłu włókienniczego pobudzają przemysł sztucznego jedwabiu do ciągłych ulepszeń, przede wszystkim w mechanizmie zarówno części chemicznej, jak i włókienniczej procesu.

Widzieliśmy, że istnieje ścisły związek między obu tymi częściami, ulepszenia bowiem w części chemicznej doprowadziły do uproszczenia części włókienniczej. Wracając do części chemicznej, która jest właściwym przedmiotem niniejszego artykułu, należy raz jeszcze podkreślić, że podlega ona wciąż znacznym zmianom, związanym ze wzrostem rozmiarów produkcji i koniecznością obniżenia kosztów. Przede wszystkim chodzi tu o zmechanizowanie samego wytwarzania wiskozy. Przewodzi w tym zakresie wytwórczość włókien ciętych, dla której i potrzeba jest bardziej nagła, i trudności mniejsze, to też system wytwarzania wiskozy zbliża się tu do ciągłego. Ograniczając się na tym miejscu do produkcji wiskozowego jedwabiu, można na razie stwierdzić tylko operowanie coraz większymi jednostkami (partiami), przypuszczając jednak należy, że z biegiem czasu, po dostatecznym ulepszeniu systemów wprowadzanych obecnie dla

włókna ciętego, dadzą się one zastosować i dla jedwabiu. W ten sposób przemysł włókien ciętych odwzajemniłby się macierzystemu przemysłowi jedwabiu wiskozowego za wniesiony kapitał jego dorobku technicznego, który umożliwił powstanie i rozwój wytwórczości włókien ciętych. Wtedy, być może, dopiero można będzie mówić o pewnej stabilizacji w zakresie technologii chemicznej sztucznego jedwabiu.

LITERATURA.

- W. *Weltzien*, Chemische und physikalische Technologie der Kunstseiden, Lipsk 1930.
 V. *Hottenroth*, Die Kunstseide, II wyd., Lipsk 1930.
 H. *de Leeuw*, Les Soies Artificielles. Paryż i Leodium 1932.
 Technologie der Textilfasern, wyd. R. O. *Herzoga*; VII t. — Kunstseide, II wyd., Berlin 1933.
 A. I. *Meos*, Wiskoznyj szolk, Moskwa—Leningrad 1933.
 A. *Zart*, Herstellung und Eigenschaften der Kunstseide und Stapelfasern, Lipsk 1935.
 Roczniki pism: „Kunstseide und Zellwolle“, „Monatshefte für Seide und Kunstseide“, „Revue Universelle de Soie et Textiles Artificielles“, „Silk and Rayon“, „Silk Journal and Rayon World“, „Iskusstwennyj Szolk“, „Promyszlennost' Organicznej Chimii“.

Inż. J. BAŁACZYŃSKI, Fabryka „Chodaków“ Sp. Akc.

677.463:677.46.05

Zarys mechanicznej technologii przędzenia i wykończania jedwabiu wiskozowego

System cewkowy i system wirówkowy. Mechanizmy wspólne: pompki tłokowe, pompki trybowe, filiere. Maszyny cewkowe: kompensatory, mechanizmy do układania nitki, uchwyty cewek i cewki. Maszyny wirówkowe: wrzeciona garnkowe, garnki, lejki. Wykończanie jedwabiu wiskozowego: płukanie, desulfuracja, suszenie.

Ponieważ w innym artykule niniejszego zeszytu opisana jest technologia przygotowania wiskozy, a także inne metody, mniej dziś rozpowszechnione przy otrzymywaniu sztucznego jedwabiu, przeto wymieniony w tytule temat ogranicza się jedynie do omówienia przędzenia i wykończania jedwabiu wiskozowego.

Przędzenie.

Zasada przędzenia sztucznego jedwabiu polega na tym, że wiskoza zostaje przetłaczana przez otwórki dyszy (filiery) do kąpielii kwaśnej, koagulującej. Otrzymana przy tej koagulacji nitka, składająca się z poszczególnych włókien, jest odbierana przez obracające się kółko, lub szpulę.

Ażeby otrzymać nitkę o pożądanej i równomiernej grubości (deniers), należy zapewnić w czasie przędzenia stały wydatek wiskozy oraz stałą szybkość odbioru. Dlatego główne trudności spotykane przy przędzeniu wiskozy związane są właśnie z powyższymi wymaganiami.

Istnieją dwa sposoby przędzenia wiskozy: 1) przędzenie systemem szpulowym i 2) systemem wirówkowym.

Pierwszy sposób polega na tym, że nitka, składająca się z pewnej liczby włókien, zostaje po wyjściu z kąpielii koagulacyjnej nawinięta na szpulę (ze szkła, bakelitowanego aluminium, lub bakelitu) bez skręcania włókien między sobą. Skręcanie odbywa się później na innych maszy-

nach, już po wymyciu nitki z kąpielii koagulacyjnej i po wysuszeniu.

Przy przędzeniu systemem wirówkowym skrętnici odbywa się podczas samego przędzenia w wirujących garnkach.

Przed szczegółowym rozpatrzeniem wymienionych wyżej systemów, opiszemy najpierw wspólny dla nich materiał mechaniczny, a mianowicie pompki przędzalnice, filtry i filiere (dysze).

I. Mechanizmy wspólne.

Pompki.

Mechanizmy, które służą do podawania dokładnie określonej ilości wiskozy do filier, noszą potoczną nazwę „pompek“.

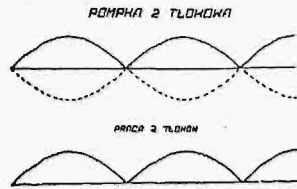
Od dobrego działania pompek w dużym stopniu zależy równomierność grubości nitki (deniers).

Przyczyny, które mogą spowodować nierówność deniers, są dość liczne. Na przykład, co do wiskozy, to wchodzi tu przede wszystkim w rachubę nierównomierna zawartość celulozy w wiskozie.

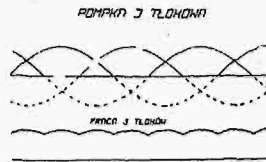
Główne przyczyny powodujące nierówność deniers na przędzalni są następujące:

- 1) Nierówności debitu wiskozy przez pompki,
- 2) nierówności w szybkości odbioru nitki,
- 3) nieszczelności, nawet minimalne, przez które mogłaby uciekać wiskoza.

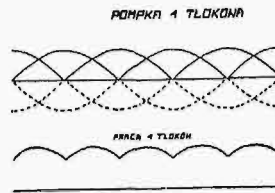
Niefachowcowi może się zdawać, że wystarczyłoby podawać wiskozę pod stałym ciśnieniem do filier, aby otrzymać nitkę o równej grubości. Nie-



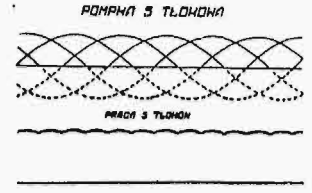
Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.

stety, tak nie jest. Wiele czynników stoi temu na przeszkodzie.

Po pierwsze otwory filier zmieniają podczas pracy swoją średnicę o kilka mikronów (średnica ta wynosi kilka setnych milimetra). Następnie szybkość przepływu wiskozy jest zależna między innymi od jej lepkości, zaś lepkości tej niepodobna utrzymać na ściśle jednakowym poziomie. Wreszcie przed samą filierą, w celu pozbycia się ostatnich zanieczyszczeń, trzeba dawać jeszcze jedną filtrację. Filtry te stopniowo ulegają zamułowaniu i stawiają coraz większy opór przepływającej wiskozy.

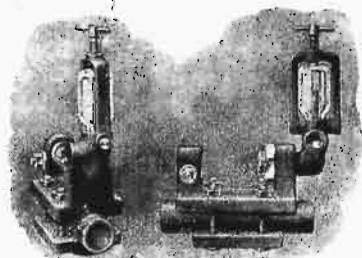
Z tych właśnie powodów okazało się niezbędne wmontowanie indywidualnych pompki na każdy punkt przędzalniczy tak, by te pompki dawały stały debit wiskozy, niezależnie od różnych ubocznych wpływów.

Istnieje dużo różnych typów pompki, które należą jednak tylko do 2 klas: 1) pompki tłokowe i 2) pompki trybowe.

Pompki tłokowe.

Przed omówieniem konstrukcji różnych systemów pompki tłokowych rozpatrzmy teoretyczny debit wiskozy przez pompki dwu, trzy, cztero i pięć tłokowe.

Ponieważ ruch równomiernie-obrotowy pompki powoduje ruch tłoka z szybkością równą sinusowi kąta obrotu tłoka od zwrotnego punktu, przeto debit wszystkich tłoków będzie taki, jak na załączonych wykresach. Widzimy, że pompki dwutłokowe dają co pół obrotu debit = 0. Przy pompce trzytłokowej maksymalny lub minimalny debit różni się od przeciętnego o 7%; dla pompki 5-tłokowej te odchylenia wynoszą $\pm 3,2\%$, a dla 7-tłokowej $\pm 1,8\%$. Widzimy również, że debit



Rys. 5.

nierównomierność pompki, używane są powietrzne kompensatory w postaci tak zwanych buteleczek (rys. 5 i 6), włączonych szeregowo z pompką.

POMPKA 4 TŁOKOWA

POMPKA 5 TŁOKOWA

Budowa pompki tłokowych.

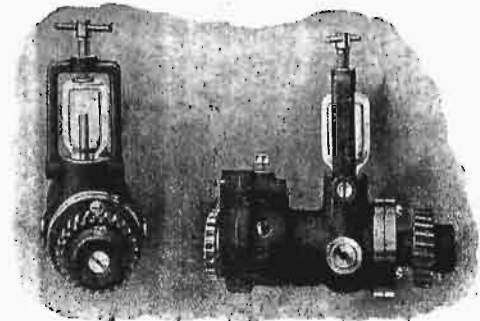
Istnieje wielka liczba różnych systemów pompki tłokowych, z których rozpatrzmy dwa, a mianowicie: pompkę trzytłokową z bezprzegubowym prowadzeniem tłoków oraz pompkę trzytłokową z przegubowym prowadzeniem tłoków. Obie pompki posiadają regulację debitu wiskozy.

1) Pompki z bezprzegubowym prowadzeniem tłoków (rys. 7).

W korpusie pompki *G* obraca się za pomocą trybu *T* walec *W*. Walec posiada trzy gniazda tłokowe, w których mogą się poruszać szczelnie dopasowane tłoki *t*. Jedna połowa tłoka jest grubsza, a druga cieńsza. W walcu grubszy cylinder jest dłuższy od cieńszego o maksymalną długość posuwu tłoka, tak, że istnieje komora pierścieniowa napełniona wiskożą. Walec posiada wywiercone otwory, łączące się z owymi pierścieniowymi komorami. W korpusie pompki są 2 komory: *F* — dopływowa i *H* — odpływowa. Przy obracaniu walca pompki z jego trzema tłokami w korpusie, końce tłoków ślizgają się po dwóch pochylonych prowadnicach *D* i *E*, co powoduje ich ruch tam i z powrotem w walcu. Przy ruchu zasysającym otwór w walcu, łączący komorę pierścieniową, połączony jest z komorą dopływową *F*, a przy ruchu tłoczącym z komorą *H*. Przy pomocy regulatora *R* można w pewnych granicach, zmieniając kąt nachylenia prowadnic *E* i *D*, zmieniać tym samym debit pompki od 0 do pewnego maksimum.

Komorą odpływową połączona jest nie tylko z odpływem wiskozy, lecz jeszcze (w danej pompce równolegle) z buteleczką *B*, której rola była wyjaśniona wyżej.

Opisane pompki pracują z początku bardzo do-



Rys. 6.

4-tłokowej pompki jest mniej równy od debitu pompki 3-tłokowej. Wobec powyższego w praktyce znalazły zastosowanie tylko pompki 3 lub 5-tłokowe. Żeby skompensować tę periodyczną

brze aż do czasu, póki końce tłoków nie wyślizbią rowków w prowadnicach; wtedy skok każdego z tłoków robi się niestały i pompka zaczyna pracować wadliwie.

Należy jeszcze dodać, że równoległe połączenie buteleczek z pompką nie jest praktyczne, ponieważ wiskoza w buteleczkach nie odnawia się,

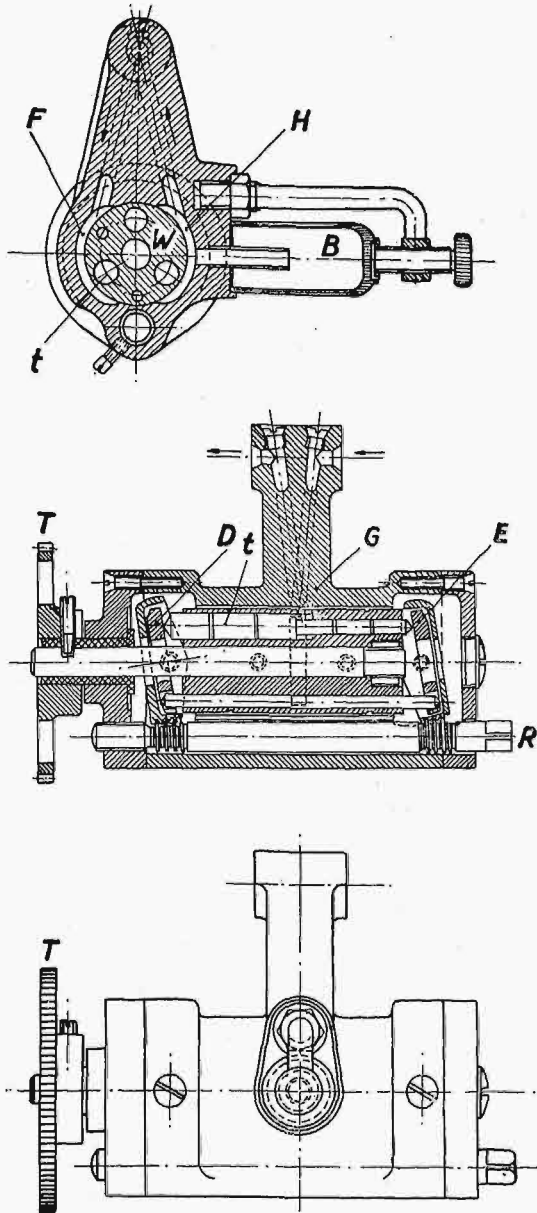
z którą jest związany i której kąt nachylenia może być regulowany.

Debit wiskozy nowych pompek tłokowych jest prawie niezależny od ciśnienia dopływu i odpływu wiskozy w granicach od 0 do 10 at.

Z czasem jednak tłoki i gniazda tłokowe wyrabiają się. Dlatego też należy często sprawdzać debit wiskozy, odpowiadający pewnej ilości obrotów pompki; gdy odchylenie od normalnego debitu jest niewielkie, a wpływ zmian przeciwności praktycznie spotykanych na przedalni jest nieznaczny, wtedy reguluje się debit pompki przez zmianę kąta nachylenia prowadnicy. Przy dłuższej pracy pompki tłoki oraz gniazda tłokowe wyrabiają się i wiskoza może częściowo przez te nieszczelności przeciekać. Taka pompka nie może dawać stałego debitu i należy ją remonować.

Remont pompki polega na przeszlifowaniu gniazd tłokowych i dopasowaniu do nich nowych tłoków. Debit wiskozy po takim remoncie reguluje się przez zmniejszenie kąta nachylenia prowadnicy. Gdy się wyrobią w pompce wałec i prowadnice remont wtedy jest zbyt drogi i koszt jego wynosi prawie cenę nowej pompki.

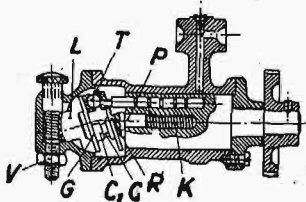
W dobrze skonstruowanej pompce tłokowej w stanie nowym debit wiskozy nie powinien się zmieniać, przy powiększeniu przeciwności z 1 at do 6 at, więcej niż o 1%, a po 4 latach pracy (przy dobrej obsłudze i czystej wiskozie) odchylenie to nie powinno przekraczać 3%.



Rys. 7.

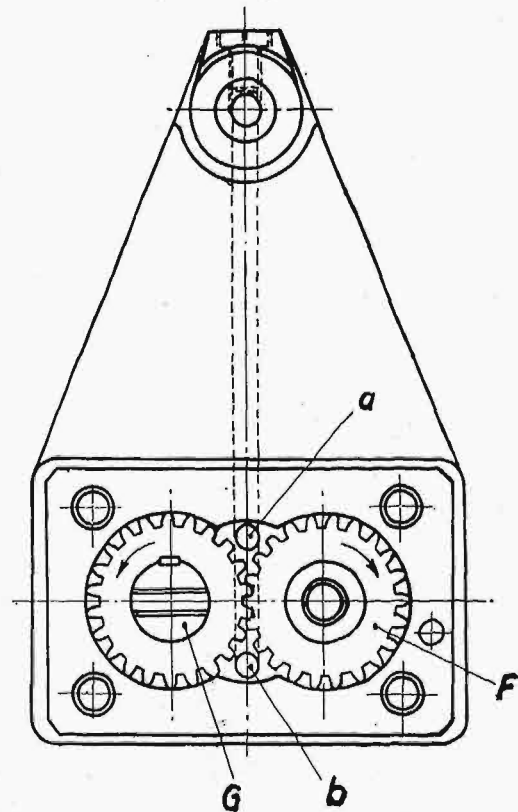
więc z czasem może skoaagulować i wtedy buteleczka przestaje działać jako kompensator.

2) Pompka z przegubowym prowadzeniem tłoków (rys. 8)).



Rys. 8.

Działanie tej pompki jest podobne do działania poprzednio opisanej pompki bezprzegubowej z tą różnicą, że kulisty przegub pozwala tłokowi przyjmować każde położenie względem prowadnicy,



Rys. 9.

Kontrolę debitu pompek po remoncie wykonuje się za pomocą specjalnego aparatu napełnionego olejem rycynowym, którym mierzy się debit pompki. Aparat ten zaopatrzony jest w manome-

try i urządzenia dla dowolnego ustawiania ciśnienia oleju rycynowego przed pompką i ciśnienia za pompką.

3) Pompka trybowa (rys. 9).

Pompki trybowe do wiskozy zasadniczo są budowane tak, jak zwykle pompki trybowe używane do oleju, lecz o znacznie większej dokładności.

Dwa tryby, z których pierwszy *D* jest umocowany na osi poruszającej pompkę, osadzone są w dokładnie dopasowanych gniazdach, wykonanych w korpusie pompki. Wiskoza doprowadzona do otworu *a* zostaje przy obracaniu kółek porywana między zęby a ścianki gniazd i doprowadzana jest do odbiorczego otworu *b*.

Bardzo dokładnie wykonane tryby, z których najmniej dwie pary są stale zazębięte, nie pozwalają wiskoze przejść bezpośrednio z otworu *a* do *b*.

Debit pompki trybowej praktycznie jest stały, bez zmian periodycznych, charakterystycznych dla pompek tłokowych, wskutek czego „butelczki” są zbędne.

Pompki o dobrze wykonanym profilu zębów (ewolwenta lub cykloida) dają debit wiskozy z dokładnością do $\pm 3/4\%$ od przeciętnego. Dokładność taka jest więcej niż wystarczająca.

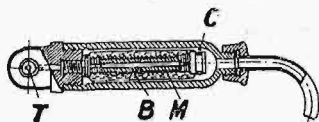
Niestety po pewnym czasie pracy pompek następuje zużycie kółek trybowych oraz zniekształcenie się profili zębów, co powoduje powiększenie debitu pompki i wrażliwość na zmiany ciśnienia i przeciwcisnienia.

Filtry przedzalnice.

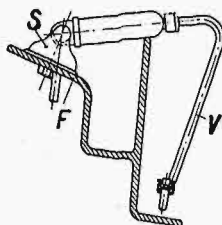
Jak już wyżej zaznaczyliśmy, pomimo najdokładniejszej filtracji wiskozy na prasach filtracyjnych w oddziałach przygotowania wiskozy, potrzebna jest jeszcze ostatnia filtracja, tuż przy wyjściu wiskozy do kąpielii koagulacyjnej.

Do tego celu służy filtr uwidoczony na rys. 10 i 11, wykonany z ebonitu lub bakelitu, umieszczony pomiędzy pompką a filierą.

Filtr ten składa się z części zewnętrznej „klosza”, i wewnętrznej „świecy” wkręconej w klosz. „Świeca” na zewnętrznej stronie posiada otwory *M*, prowadzące do jej kanału wewnętrznego. Za materiał filtracyjny służy gęsty batyst, lub tkanina nikłowa (90 000 oczek na 1 cal kwadratowy), którą owijają się świece.



Rys. 10.



Rys. 11.

Wiskoza, którą pompka tłoczy przez otwór *T* do filtra, przesącza się przez tkaninę filtracyjną i otwory *M* z wewnętrznego kanału świecy, na zewnątrz do osłony, a stamtąd zaś za pomocą specjalnie wygiętej rurki, „fajki”, przez otwory filierki wycieka do kąpielii koagulacyjnej.

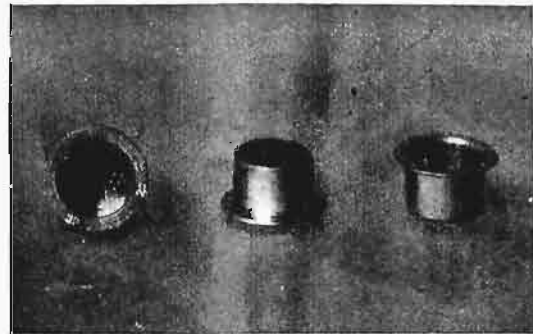
Fajki, łączące filtr z filierą jak na rys. 11, wykonywane są przeważnie z ołowiu, szkła, lub z ebonitowanego z zewnątrz metalu, na przykład

„Monelu”. Filierki są umocowane na końcu fajki, rys. 11, za pomocą wkrętki i nakrętki, oraz uszczelniających pierścionków gumowych.

Filierki (rys. 12).

Filierki posiadają w swoim denku tyle otworów, ile włókien powinna posiadać produkowana nitka.

Materiał, z którego są wykonywane filierki, winien być zupełnie odporny na działanie kąpielii kwaśnej i wiskozy, poza tym możliwie twardy,



Rys. 12.

uniemożliwiający szybką deformację otworków. Do tego celu używane są różne stopy szlachetnych metali, jak: platyna-iryd, platyna-złoto, pallad-złoto, platyna-złoto-rod. Stopy te zostają poddane jeszcze termicznej obróbce i utwardzeniu, tak że twardość niektórych z nich dochodzi do 400° Brinella. Twardość filierki ma duży wpływ na trwałość ich w pracy.

Pożądaną średnicę otworków w filierze oblicza się w sposób następujący:

Jeżeli ilość otworków jest — *n*, średnica otworku — *d*, debit wiskozy na minutę — *B*, to szybkość wytrysku wiskozy na minutę wyniesie:

$$V_1 = \frac{B}{n \cdot \frac{\pi d^2}{4}}$$

Jeżeli oznaczymy szybkość odbioru nitki przez *V₂*, to

$$\text{stosunek } \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2 \cdot n \cdot \frac{\pi d^2}{4}}{B}$$

Ten współczynnik wyciągania wiskozy nie powinien przekraczać 2, ponieważ przy większym wyciąganiu przedzenie idzie źle.

Stąd obliczamy pożądaną średnicę otworków w filierach, wynoszącą zazwyczaj od 0,06 do 0,11 milimetra.

Wykonanie otworków.

Otworki w filierach są wykonywane przez wiercenie, wytłaczanie lub przez wytłaczanie i potem polerowanie. Niżej umieszczone zdjęcia przedstawiają pojedynczy otwór dyszy w różnym wykonaniu, a mianowicie: rys. 13 przedstawia otwór polerowany, rys. 14 — otwór wytłaczany i niepolerowany i rys. 15 — otwór wiercony niepolerowany.

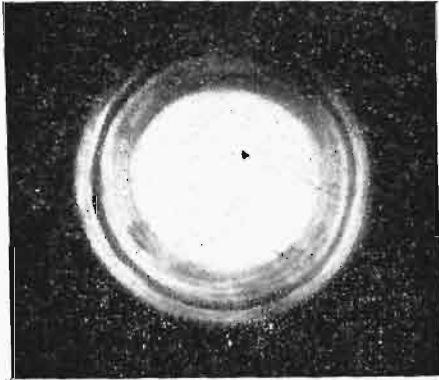
Otworki rozmieszczone są na obwodach kół koncentrycznych w jednym, dwóch, lub trzech

rzędach w zależności od ilości tych otworów w denku filier.

Czyszczenie filier.

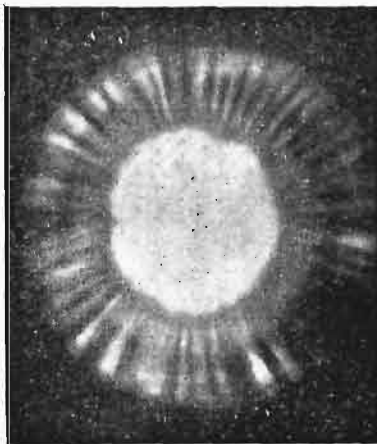
W razie najdrobniejszego zanieczyszczenia otworów filier w czasie pracy, należy ją oczyścić.

Czyszczenie odbywa się w sposób następujący: myje się filierę w wodzie destylowanej (żeby uni-



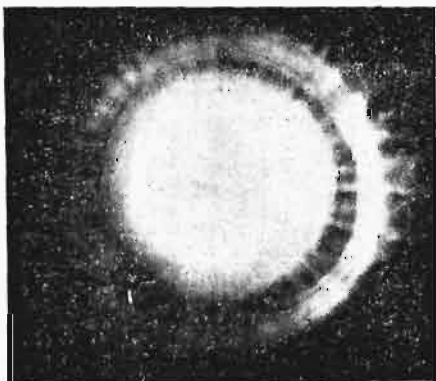
Rys. 13.

knąć osadu wapniowego), potem w ługu i wreszcie przedmucha się je parą lub sprężonym po-



Rys. 14.

wietrzem. Po tych zabiegach wszystkie otwory filierki zostają przejrzane na przyrządzie optycz-



Rys. 15.

nym, i jeżeli zostaje stwierdzone, że są jeszcze niedostatecznie oczyszczone, to traktuje się je

mieszaną chromową; po tym zabiegu idą znowu do kontroli optycznej.

W żadnym wypadku nie należy przekłwać otworków filierki igłą lub innymi metalowymi przyrządami i w ogóle należy się obchodzić z filierką bardzo delikatnie, unikając najmniejszych nawet uszkodzeń.

II. Przędzenie systemem cewkowym.

Ogólny widok cewkowej maszyny przędzalniczej pokazany jest na rys. 16.

Każda maszyna cewkowa posiada następujące zasadnicze mechanizmy: 1) napęd pompki przędzalniczej; 2) napęd cewek; 3) napęd urządzenia rozkładającego nitkę na cewce.

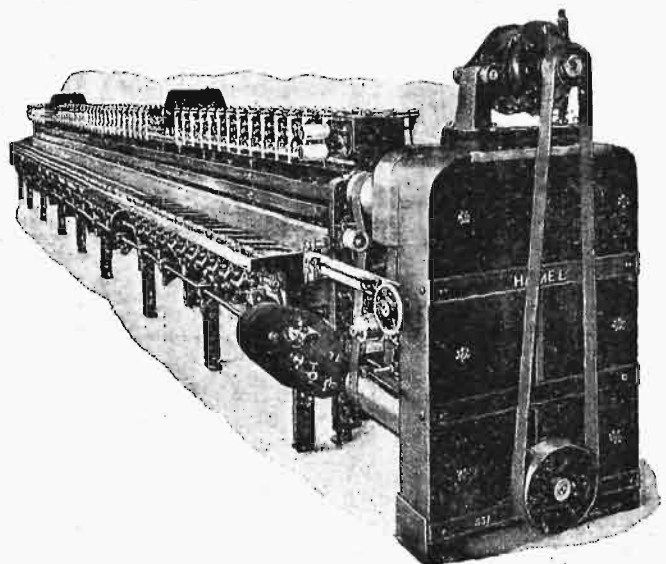
Działanie maszyny powinno odpowiadać niżej podanym warunkom:

1) Powinien istnieć pewien stały stosunek pomiędzy szybkością debitu wiskozy a szybkością nawijania się nitki na cewce; poza tym maszyna winna pozwalać zmieniać ten stosunek w zależności od grubości (deniers) nitki, którą zamierzamy prząść.

2) Nitka powinna układać się na cewce w sposób bardzo regularny, oraz taki, aby nie tworzyła się na brzegach cewki zgrubienia z nitki.

Zazwyczaj silnik napędza oś główną, od której za pomocą zamiennych kół zębatach, są napędzane — oś wału pompkowego i oś wału napędzającego cewki. Wszystkie koła zębata są umieszczone na płytach czołowych maszyny i są one, jak powiedziano, wymienne i tak obmyślane, aby można było otrzymać jak najwięcej stosunków szybkości wału pompkowego do wału napędzającego cewki. W ten sposób można prząść każdą grubość (deniers), nie zmieniając regulacji pompki.

System taki, istniejący na przędzarkach starych typów, posiada dużą wadę, a mianowicie: w miarę przędzenia, przez tworzenie się warstwy jedwabiu na cewce, szybkość odbioru nitki wzrasta (szybkość kątowna cewki jest stała, promień wzra-



Rys. 16.

sta, więc wzrasta i szybkość obwodowa), co powoduje zmniejszanie się grubości nitki w miarę

pogrubiania się cewki przy nawijaniu jedwabiu na nią. Ażeby ograniczyć to zjawisko do wielkości dopuszczalnej (5%), należy: 1) powiększyć średnicę cewek i 2) zmniejszyć grubość nawijanego na nią jedwabiu. Na przykład: przy cewce o śr. 160 mm można nawinać warstwę o grubości tylko:

$$\frac{160}{2} \cdot 0,05 = 4 \text{ milimetrów .}$$

Chcąc mieć zupełnie równą grubość nici, należy zainstalować takie urządzenie na maszynach przędzalniczych, przy którym szybkość obrotowa cewki byłaby zawsze stała, a więc jej szybkość kątowna zmniejszałaby się odpowiednio w miarę nawijania się coraz grubszej warstwy przędzy.

Kompensatory.

Kompensatorami nazywamy w tym wypadku takie mechanizmy, które zmieniają szybkość kątową wałów maszyn przędzalniczych w takim stosunku, aby szybkość odbioru przędzy była stała. W naszym wypadku

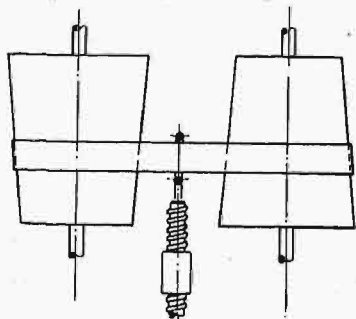
$$W = \frac{V}{R},$$

gdzie V jest szybkością odbioru (stała), a R jest promieniem szpuli razem z przędzą (wielkość zmienna).

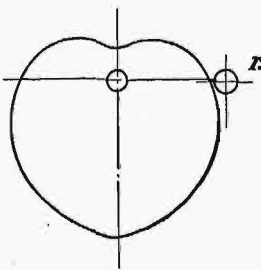
Najprostsze rozwiązanie polega na tym, że wał cewkowy poruszany jest przez napęd stały za pośrednictwem dwóch bębnow stożkowych, zwróconych w przeciwne strony (rys. 17). Pas łączący obydwie bębny poruszany jest równomiernie śrubą, która z kolei obracana jest przez napęd główny. Gdy cewki są już nawinięte, specjalny mechanizm przerzuca nitkę z cewek nawiniętych na cewki zapasowe, już wprowadzone w ruch obrotowy. Cewki te posiadają również mechanizm kompensacyjny. W międzyczasie robotnicy zdejmują gotowe cewki i cofają kompensator tych cewek do pozycji początkowej.

Praca opisanego kompensatora nie jest zupełnie pewna, z powodu możliwego poślizgu pasa.

Istnieją różne systemy kompensatorów mechanicznych i elektrycznych. Dość dobrze działa kompensator, w którym średnica koła pasowego



Rys. 17.



Rys. 18.

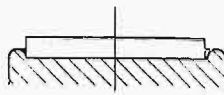
(koło składa się z segmentów ściąganych do środka sprężynami) stopniowo wzrasta wskutek rozpychania go specjalnym rozpychaczem.

Przy elektrycznej kompensacji pracują dwa silniki: jeden z nich, o szybkości stałej, napędza pompki, drugi zaś, o szybkości zmiennej, napędza wał cewkowy.

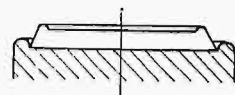
Mechanizm do układania nitki na cewce.

Do układania nitki na cewce służą mechanizmy, znane powszechnie we włókiennictwie. Mechanizm taki, zwany sercem" (rys. 18), którego boczna powierzchnia składa się z 2 spirali arytmetycznych, obraca się na wale. Do serca przyciskana jest sprężyna rolka — r . Przy równomiernym obracaniu się serca rolka wykonuje równomierny ruch tam i z powrotem. Ten ruch przy pomocy odpowiednich dźwigni przekazywany jest prowadnicom nitki, posuwającym się obok szpul.

Ponieważ prowadnice układającego mechanizmu nie mogą wskutek bezwładności natychmiast zmieniać kierunku ruchu, lecz przez chwilę zatrzymują się w krańcowych położeniach, przeto przędza nie nawija się jak na rys. 19, lecz jak na rys. 20, tworząc tak zwane kołnierze, które potem utrudniają odwijanie cewek.

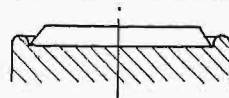


Rys. 19.



Rys. 20.

Dla zapobieżenia temu w nowoczesnych maszynach skok prowadnicy stopniowo zmniejsza się, co daje ułożenie przędzy na cewce, jak pokazano na rys. 21. To stopniowe zmniejszanie się sko-



Rys. 21.

ku prowadnicy uskuteczniamy za pomocą stopniowego zmniejszania ramienia dźwigni kierującej. Dźwignia ta składa się z dwóch połówek połączonych łącznikiem, posiadającym na jednej stronie prawy, na drugiej zaś lewy gwint. Na łączniku umocowana jest zębatka, która za każdym obrotem wału przesuwana jest o pewien kąt, co powoduje skracanie dźwigni.

Uchwyty cewek i cewki.

Uchwyty do cewek (rys. 22) wykonane są z ebonitu lub bakelitu. Posiadają na obwodzie trzy występy z miękkiej gumy do trzymania cewek.

Same cewki (rys. 23) wykonane są z bakelitowanego aluminium, lub bakelitowanej tektury. Są one dziurkowane dla ułatwienia mycia przędzy po jej wyprzędzeniu.

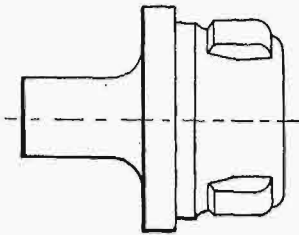
Zabezpieczenie przędzarek przed działaniem kąpieli kwaśnej.

Rynienki na maszynach, w których cyrkuluje kapiel kwaśna, są wykonane z utwardzonego ołowiu, jak również wszystkie osłony części maszyny, narażone na działanie ściekającej kąpieli kwaśnej.

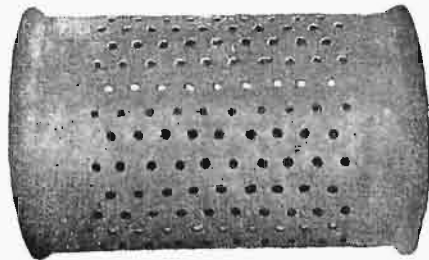
III. Przędzenie systemem wirówkowym.

Przędzenie systemem wirówkowym polega na tym (rys. 24), że skoagulowana w kąpieli kwaś-

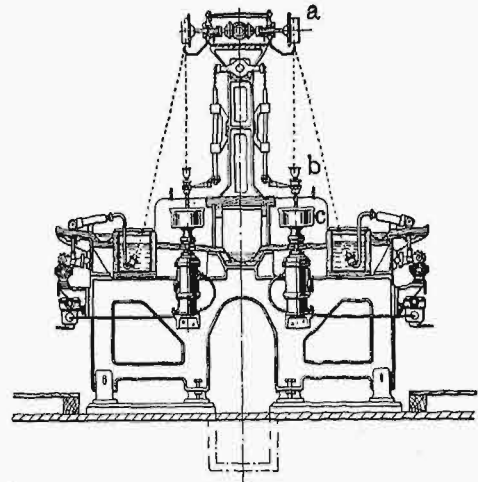
nej nitka odbierana jest przez obracającą się rolkę szklaną *a*, z której schodzi do lejka *b* i dalej do wirującego garnka *c*. Ruch wirowy garnka powoduje przede wszystkim odrzucenie nitki na jego obwód i skrócenie jej. Lejek jest poruszany przy pomocy specjalnego mechanizmu w dół i w górę, przez co kieruje on nitkę na różne wysoko-



Rys. 22.



Rys. 23



Rys. 24.

ści i układa równomiernie w garnku, tworząc tak zwaną „babkę”.

Jak widzimy, odbiór przędzy przez rolkę szklaną odbywa się równomiernie i nie ma tutaj, jak przy przedzeniu systemem cewkowym, pogrubienia organu odbiorczego przez nawijanie się przędzy, więc równość deniers jest jednakowa, bez specjalnych urządzeń kompensacyjnych.

Jedyny silnik o szybkości stałej (rys. 25) wprowadza w ruch pompki, rolki odbiorcze i mechanizm kierujący ruchem lejków.

Na czołowej płycie maszyny wbudowane są 3 systemy kół zębatach, za pomocą których przenosi się ruch do wału pompek, do rolek szklanych i do serc kierujących podnoszeniem listwy, na której przymocowane są lejki.

Przez zamianę trybów można zmieniać, w pewnych granicach, szybkość rolek i pompek, więc i grubość nitki oraz ilość ruchów belki prowadzącej lejki.

Wrzeciona garnkowe.

Najwrażliwszą częścią opisaną przedzarki są wrzeciona obracające garnki. Wrzeciono takie wiruje z dużą szybkością (do 10 000 obr./m.) i musi obracać garnek o dużej stosunkowo masie, zwłaszcza gdy napełniony jest on przędzą.

Praca wrzeciona odbywa się w atmosferze wilgotnej i kwaśnej i, gdyby nie specjalne pomysłowe zabezpieczenia przed tymi wpływami, okres życia wrzeciona byłby bardzo krótki.

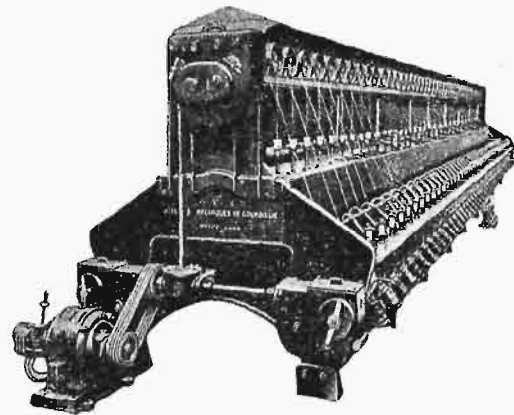
Wrzeciona (pod nazwą tą rozumiemy nie tylko właściwe wrzeciono, lecz i mechanizm wprowadzający je w ruch wirowy) są dwóch typów:

- 1) wrzeciona mechaniczne,
- 2) wrzeciona elektryczne.

Wrzeciona mechaniczne są dzisiaj prawie nie używane i dlatego ograniczymy się do omówienia wrzecion elektrycznych (rys. 26).

Wrzeciono elektryczne jest to właściwie mały silnik o pionowej osi, na którą nakłada się garnek. Motorek ten jest krótkozwarty o dwóch biegunach, szybkość więc wirowania jego równa się teoretycznie częstotliwości zasilającego prądu.

Woltaż ze względu na bezpieczeństwo jest niski (zazwyczaj 40 wolt).



Rys. 25.



Rys. 26.

Przed opisem silnika poświęcimy tutaj kilka uwag teorii jego działania.

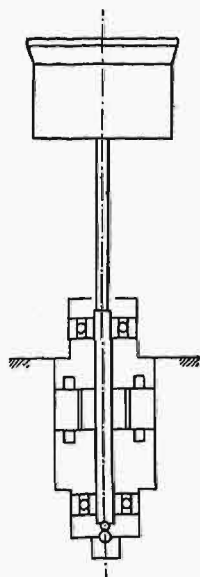
Jak powiedziano, silnik obraca garnek. Gdyby środek ciężkości silnika i garnka leżał na osi wirowania, sama oś byłaby idealnie pionowa i na garnek nie działałaby żadna siła boczna, to wtedy oś matematyczna całego wirującego systemu byłaby nieruchoma. Tak jednak nie jest. Nawet przy najlepszym wykonaniu garnka środek ciężkości jego nie leży na jego osi geometrycznej. Po dłuższej pracy odchylenie to powiększa się i może osiągnąć nawet kilka milimetrów.

Oś silnika, nawet przy najważniejszym montowaniu, może mieć odchylenia na skutek osiadania sprężynowych lub gumowych podkładek trzy-

mających silnik. Następnie wskutek istnienia w komorze, gdzie obraca się garnek, niezbędnego

otworu wentylacyjnego, na garnek działa jeszcze stała siła boczna (prąd powietrza).

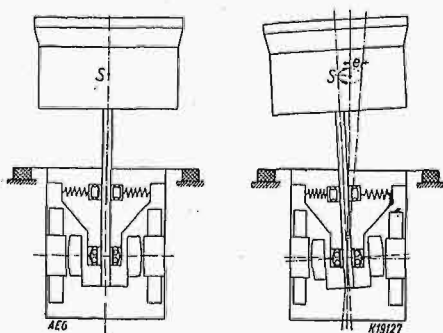
Pod wpływem działania tych czynników os garnka, podobnie jak os baka, dąży do opisania ruchu stożkowego, który jest tym powolniejszy, im prędzej wiruje wrzeciono.



Rys. 27.

Dokładna analiza matematyczna wykazuje, że ruch osi wrzeciona jest jeszcze bardziej skomplikowany. Koniec osi opisuje elipsę, zaś os elipsy również się obraca i w ostatecznym wyniku os wrzeciona opisuje złożoną krzywą. Jeżeli sztywność osi motorka stoi na przeszkodzie wykonaniu tych ruchów, to powstają duże siły, które nie tylko powodują szybkie zużycie się łożysk kulkowych motorka, ale mogą spowodować zgięcie, lub złamanie się osi wirnika, rozbić się garnka i inne większe uszkodzenia. A więc os motorka powinna posiadać pewną elastyczność.

Najprostsze rozwiązanie polega na wydłużeniu wolnego końca wrzeciona, wykonanego z elastycznej stali (rys. 27). To rozwiązanie posiada jednak liczne braki.



Rys. 28.

Na rys. 28 pokazany jest schemat zupełnie niezależnego wrzeciona.

Wrzeciono razem z wirnikiem może odchyłać się na dolnej kulkowej podstawie o pewien kąt. Górne łożysko jest osadzone na sprężynie spiralnej — więc ruchome.

Przy pracy wrzeciona z garnkiem należy przyjąć pod uwagę, że ruch stożkowy wrzeciona jest tym szybszy i posiada tym większą amplitudę, im mniejsza jest szybkość wirowania wrzeciona. Jest to znane z mechaniki i widać to podczas ruchu baka, którego os przy zwolnionej szybkości wirowania opisuje coraz większy stożek i porusza się prędzej. Wskutek tej przyczyny przy rozruchu lub hamowaniu wrzeciona ruchy osi są największe i mogą osiągnąć niebezpieczne wielkości, przy których następują uszkodzenia lub nawet rozbicia się garnków.

Dla zapobieżenia temu budowa wrzeciona powinna być taka, aby odchylenie osi było ograniczone i żeby istniała pewna siła, która by dążyła

do zajęcia przez os jej centralnego pierwotnego położenia.

Te zasady są przyjęte pod uwagę przy budowie wrzeciona z pólstywną osią (rys. 29). Na tym wrzecionie wirnik jest osadzony nie na osi, a na giętkiej rurce połączonej z osią na dole, wskutek czego osiąga się małe elastyczne odchylenie osi.

Na rysunku widać przegrodowe zabezpieczenie wnętrza motorka przed możliwością dostania się tam zakwaszonego powietrza, oraz urządzenie do obiegowego smarowania łożysk.

Garnki.

Od garnka, którego rola polega na skręcaniu i odbieraniu kwaśnej nitki, wymagane są pewne właściwości mechaniczne i chemiczne.

Przede wszystkim powinien on wytrzymać działanie siły odśrodkowej, której wielkość jest duża, gdy przyjmujemy pod uwagę znaczną szybkość wirowania (do 10 000 obr/min) oraz średnicę garnka (160 mm), przy czym musi być on lekki, aby nie obciążać zbyt wiele wrzeciona. W dalszym ciągu garnek powinien być zupełnie odporny na chemiczne działanie kąpieli kwaśnej.

Działanie mechaniczne polega na tym, że kropelki kąpieli kwaśnej z dużą siłą są odrzucane na ścianki garnka w czasie jego wirowania.

Jednocześnie musi posiadać garnek dużą odporność mechaniczną na uszkodzenia podczas pracy, ponieważ wszystkie operacje z nim w czasie wyjmowania, wstawiania i t. p. nie mogą być zawsze uskuteczniane z pożądaną ostrożnością.

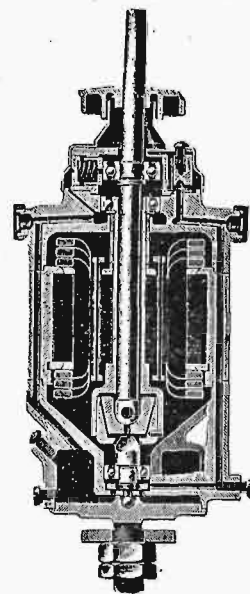
Jako materiał do wyrobu garnków używane są: ebonit, ebonitowane aluminium, bakelitowane aluminium, szlachetny bakelit i wreszcie używany obecnie bakelit, uzbrojony zaprasowaną w masie tkaniną.

Te dwa ostatnie materiały dają najlepsze wyniki.

Forma garnka pokazana jest na rys. 26 i 31.

W czasie ruchu garnek zamknięty jest pokrywą, posiadającą w środku otwór, przez który przechodzi lejek rozprowadzający nitkę na wysokości garnka. Pokrywa przytrzymywana jest specjalną sprężyną, wykonaną z kwasoodpornego metalu lub bakelitu.

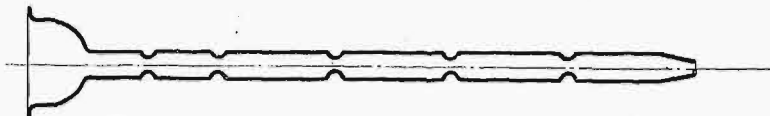
W swej dolnej części garnek posiada „piętę z brązową tarczą. Tą tarczą garnek nakłada się na tarczę „grzybka”, który z kolei umocowany jest na osi wrzeciona. Siła tarcia porywa więc garnek w ruch wirowy. Ten system łączenia garnka z osią wrzeciona daje poślizg, tak, że wirowanie garnka jest cokolwiek mniejsze od szybkości wrzeciona. Obecnie stosowane są również urządzenia, gdzie garnek jest trwale sprzężony z wrzecionem i poślizg jest usunięty.



Rys. 29.

Dla mierzenia szybkości wirowania garnka i wrzeczona służą przyrządy zbudowane na zasadzie stroboskopu.

W przyrządzie, znajdującym się na rynku pod nazwą „strobaramy”, jest wbudowany motorek elektryczny o szybkości dającej się regulować w szerokich granicach. Ten motorek periodycznie



Rys. 30.

przerywa prąd zasilający lampę neonową. Gdy ilość drgań lampy neonowej równa się ilości obrotów wirujących przedmiotów, wówczas przedmiot taki oświetlony przez lampę neonową wydaje się nieruchomym i wtedy na tachometrze, znajdującym się na stroboramie, odczytuje się bezpośrednio ilość obrotów.

Lejki.

Służą one do rozprowadzania nitki na wysokości garnka.

Dawniej stosowano lejki szklane (rys. 30).

Jak widać z rysunku, lejek posiada kilka zwożeń, służących do prowadzenia nitki. Na górnej części posiada lejek kielich, służący do wprowadzenia nitki do wnętrza. Operacja ta zwana „zalewaniem nitki” odbywa się za pomocą niewielkiej ilości kąpieli kwaśnej, jednocześnie z nitką wprowadzoną do lejka.

Ponieważ lejki szklane zostają bardzo szybko przez nitkę przetarte, zwłaszcza na dolnej krawędzi, wskutek prędkiego wirowania nitki po dolnym brzegu — zaczęto obecnie stosować lejki bakelitowe z zamiennymi końcówkami i wstawkami wewnętrznymi zamiast zwożeń.

B. Wykończenie jedwabiu sztucznego.

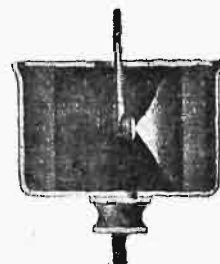
Płukanie.

Jedwab po wyprzedzeniu zawiera dużo kwaśnej kąpieli.

Konieczne jest zatem dokładne wymycie tej przędzy z pozostałości kwasu. Mycie lub płukanie jedwabiu odbywa się różnymi sposobami: 1) przez polewanie wodą, 2) przez mycie wodą rozpyloną i 3) przez przymusową cyrkulację wody przez warstwę przędzy przy pomocy próżni lub ciśnienia. Urządzenia, które służą do wykonywania tej czynności, nazywa się płuczkami.

Przy płukaniu przez polewanie wodą przędzy w postaci babek lub cewek (czyli tak, jak wychodzi ona z przędzalni) nawleka się je na szklane lub inne kwasoodporne kije. Kije te wraz z przędzą nakłada się na łańcuchy płuczki, które za pomocą kół zębatach wolno przesuwają się pod zawieszonymi u góry sitami. Woda z sit płucze przesuwający się jedwab i zmywa pozostałość kwasu.

Dla zaoszczędzenia wody (używana jest woda „permutytowa” o twardości zerowej) tylko w końcowej fazie płukania daje się wodę świeżą; woda



Rys. 31.

ta po użyciu zostaje znów skierowana pompami do mycia na sita początkowe.

Są również takie płuczki, gdzie przędza zawieszona jest nieruchomo na kijach, tworząc kondygnację kilku pięter w górę. Na górną kondygnację leje się woda, która ścieka na coraz niżej zawieszony kije z przędzą. Po wypłukaniu górnego rzędu przędzy zabiera się ją, a resztę kłojów z przędzą przesuwają się o jedno piętro wyżej, na dolne zaś piętro nakładają się kije z niepłukaną jeszcze przędzą. Więc i tu stosuje się zasadę oszczędzania wody.

Przy płukaniu przędzy za pomocą rozpylonej wody, nakładają się na wrzeczona płuczki garnki wraz z babką, wtryskuje się do wnętrza jego drobno rozpyloną wodę, która siłą odśrodkową przechodzi przez babkę (rys. 31).

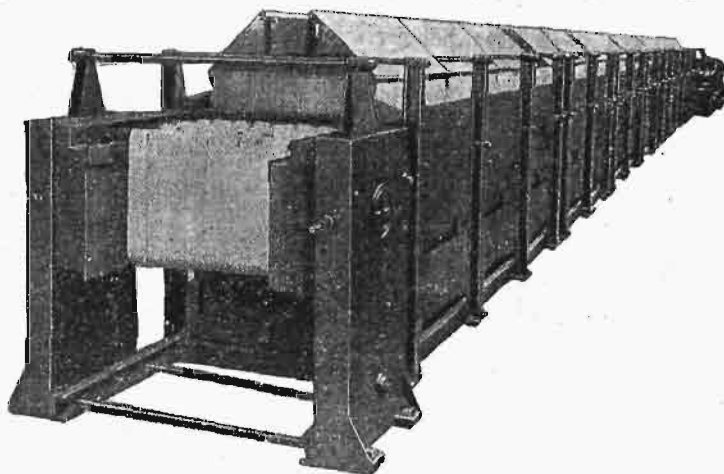
Przy płukaniu systemem próżniowym lub ciśnieniowym babki, lub cewki z jedwabiem, są układane na specjalnych „mankietach” z otworami.

Kilka takich babek, lub cewek ustawia się jedne na drugie, uszczelniając je pakunkami gumowymi. Tak utworzone słupki wkładają się do płuczki, gdzie doprowadzona woda pod ciśnieniem przesącza się przez przędzę.

Płukanie na wirówkach oraz pod próżnią wyróżnia się małym zużyciem wody i krótkim czasem płukania. Natomiast konserwacja tych aparatów jest kosztowniejsza.

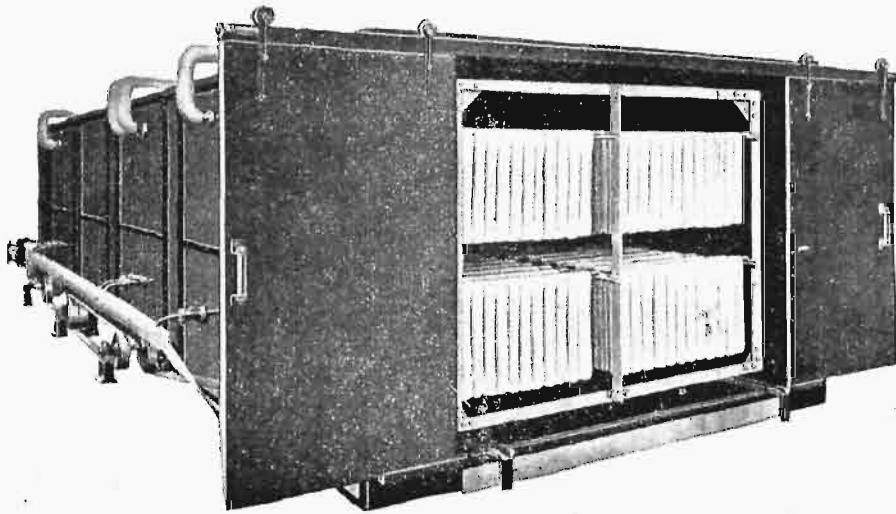
Desulfuracja.

Wykończenie przędzy wiskozowej polega na: 1) oczyszczeniu jej od siarki, wydzielonej na włókno w czasie zetknięcia się wiskozy z kapielą



Rys. 32.

koagulująca, za pomocą płynu desulfurującego, 2) wypłukaniu płynu desulfurującego, 3) natłuszczeniu przędzy roztworem mydła, lub specjalnymi



Rys. 33.

środkami. W wypadku żądania jedwabiu bielonego, do wyżej wymienionych operacji dochodzi jeszcze bielenie podchlorynem i usunięcie chloru antychlorem.

Tym operacjom podlega przędza zarówno w babkach, jak i po uprzednim zmotaniu w pasma.

Maszyny do wyżej wspomnianych operacji są budowane najczęściej według następującej zasady (rys. 32).

Przez całą długość maszyny przesuwają się dwa łańcuchy bez końca. W gniazdku tych łańcuchów wkłada się kije z przędzą w postaci pasem, lub babek. Nad łańcuchami zawieszono są sita, do których doprowadzone są poszczególne płyny (płyn desulfuracyjny, woda, mydło i t. p.).

Przy powolnym posuwaniu się łańcuchów, przędza przechodzi pod „deszczem” płynów, aż całkowicie wymyta dochodzi do końca maszyny, gdzie jest odbierana przez robotnika i następnie odwirowana.

Wirówki do wirowania sztucznej przędzy są podobne do wirówek używanych we włókiennictwie.

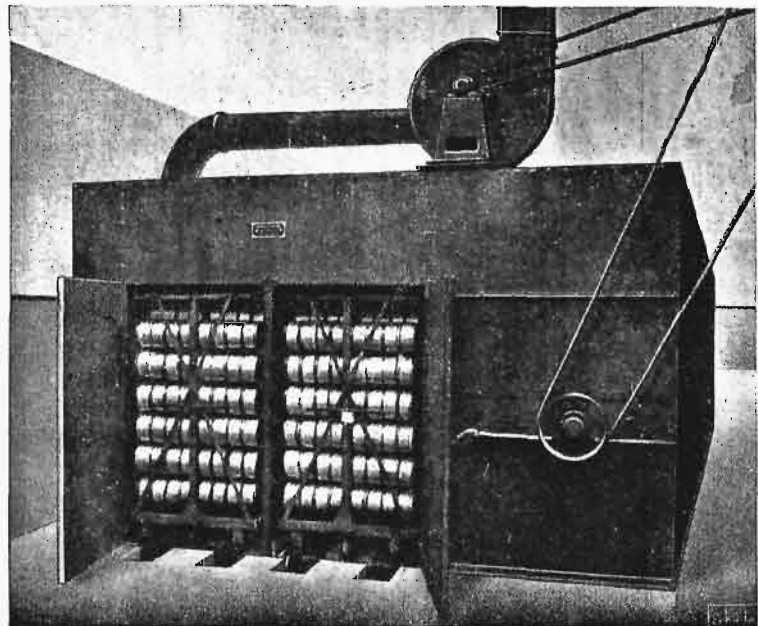
Suszenie.

Suszarnie sztucznej przędzy mało różnią się od innych, używanych w przemyśle włókienniczym.

Na rysunku 33 uwidocznioma jest suszarnia do pasem, a na rysunku 34 do suszenia babek. Przędza w tych suszarniach stopniowo jest przesuwana z jednego końca na drugi.

Dla oszczędnego suszenia, a więc dla najmniejszego zużycia pary na jednostkę wyparowanej wody, współczesne suszarnie budowane są z niezależnymi komorami, z których każda ma odpowiednią temperaturę. Ciepłe powietrze z ostatnich komór jest rekuperowane i kierowane do pierwszych.

Taka suszarnia zużywa 1,3 kg pary na 1 kg wyparowanej wody, gdy rozchód pary w



Rys. 34.

prymitywnej suszarni dochodzi do 3 kg na 1 kg wyparowanej wody.

Inż. STANISŁAW POZNAŃSKI, Fabryka „Chodaków” Sp. Akc.

677.45.021.677

Przerób sztucznego jedwabiu w przemyśle włókienniczym

Własności sztucznego jedwabiu. — Normy i sposoby badania. — Możliwości uchybień w przerobie i ich zapobieganie. — Wnioski.

Krótki opis przerobu sztucznego jedwabiu w przemyśle tekstylnym, nawet ujęty bardzo encyklopedycznie, w jednym artykule okazałby się zbyt powierzchowny. Dlatego uważam za właściwe poprzestać jedynie na tych uwagach, które, ze względu na swoiste własności sztucznego jedwabiu, nakazują przy jego przerobie zastoso-

wanie pewnych warunków, niezbędnych do otrzymania pełnowartościowych wyrobów.

Rozpatrując rozwój sztucznego włókna i sztucznego jedwabiu w przemyśle włókienniczym, wrastający w ostatnich dziesiątkach lat w sposób niebywały, o czym mówią dobitnie statystyki podane w oddzielnym artykule niniejszego zeszytu, może-

my na wstępie powiedzieć, że przemysł włókienniczy przetwórczy, przystosował się prędko do nowego surowca, bądź uzupełniając odpowiednio maszyny posiadane dla przerobu innych włókien, bądź też stosując nowe maszyny, konstruowane świadomie dla sztucznego jedwabiu.

Podział spożycia sztucznego jedwabiu w zasadniczych działach przemysłu włókienniczego obrazuje poniższa tabelka, dotycząca przemysłu amerykańskiego w latach 1930—1934*). Dla Polski, ani też krajów europejskich, nie mogłem, niestety, znaleźć odpowiednich liczb statystycznych.

Rok	Pończonictwo	Wyroby dziane	Przemysł tkacki	Wstążki i tasiemki	Inne wyroby	Razem
1930	16	35	45	3	1	100
1931	14	33	50	2	1	100
1932	14	25	57	2	2	100
1933	9	20	67	2	2	100
1934	8	23	66	2	1	100

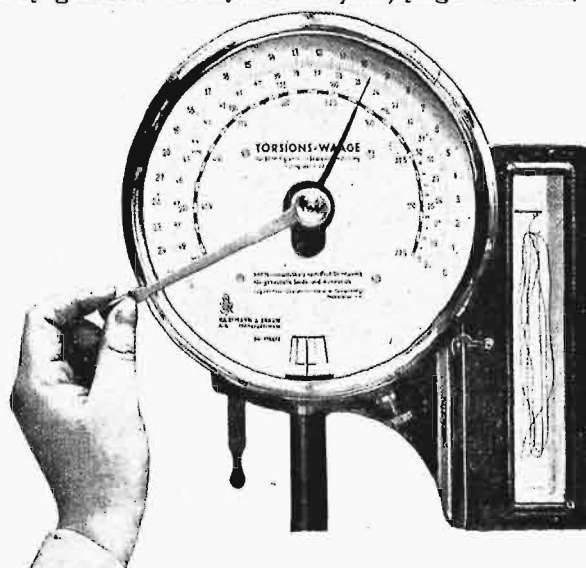
W pierwszych okresach rozwoju sztucznego jedwabiu trudności przerobu dotyczyły przede wszystkim raczej jego struktury chemicznej, której najbardziej rażącym, ujemnym objawem, było nierównomierne farbowanie się. Oczywiście trudności stąd powstające dla przemysłu włókienniczego mogły być rozwiązane tylko przez samych producentów przędzy, przyczyny bowiem całkowicie leżały w wyrobie sztucznego jedwabiu. Przemysł tekstylny radził sobie tymczasem jak mógł, przede wszystkim drogą doboru takich barwników i odcieni, które w sposób możliwie najslabszy uwydatniały różnorodność wybarwienia, poza tym usiłował nastawić modę w ten sposób, aby przez wzorzystość tkanin możliwie stłumić różnice, występujące przy wyfarbowaniu jednobarwnym. Tam, gdzie tego rodzaju zabiegi nie mogły odnieść skutku, trzeba było farbować włókno przed rozpoczęciem czynności ściśle przetwórczo-włókienniczych, sortować poszczególne, wyfarbowane, motki przędzy i dopiero, posiadając równy materiał, rozpoczynać cewienie i dalsze operacje. Oczywiście tego rodzaju postępowanie podrażało produkcję.

Obecnie jednolitość wyfarbowania sztucznego włókna w ogóle, a sztucznego jedwabiu w szczególności, została doprowadzona do takiej doskonałości, że wspomniane wyżej trudności praktycznie nie istnieją. Postęp, jaki w tym kierunku uczyniono, przy równoczesnej poprawie innych własności sztucznego jedwabiu, przede wszystkim wytrzymałości oraz równomierności w grubości nici, rozszerzył znacznie krąg zastosowania sztucznego jedwabiu. Ze stale wzrastającym zapotrzebowaniem na sztuczny jedwab wzrosły jednak i wymagania odbiorców i sprawiły, że wyroby ze sztucznego jedwabiu są obecnie nie tylko bardzo wytrzymałe, lecz muszą posiadać wygląd zewnętrzny bez zarzutu, taki, jakiego wymagał dawniej rynek tylko od wyrobów z jedwabiu naturalnego. Jeżeli więc obecnie usunięto trudności wywołane własnościami fizyko-mechanicznymi sztucznego włókna, to jednak pewne własności fizyko-mechaniczne sztucznego jedwa-

biu, których w żadnym wypadku nie można określić jako jego wady, powodują nadal konieczność pewnej ostrożności przy przerobie tej przędzy, inaczej bowiem nie otrzymamy wyrobów bez zarzutu. Właścicielami tymi jest różnorodność wytrzymałości, oraz wyciągliwości sztucznego jedwabiu, nie tylko w zależności od metody, jaką został otrzymany, lecz także od sposobu stosowanego przy określonej metodzie, np. wiskozowej, w danej fabryce. Poza tym własności te i wzajemna ich zależność są różne u różnych typów sztucznego jedwabiu, pochodzących nawet z tej samej fabryki. Możemy powiedzieć ogólnie, że im mocniejsze jest sztuczne włókno, tym wyciągliwość jego jest mniejsza. W zależności więc od dalszego przeznaczenia produkujemy sztuczny jedwab o większej wytrzymałości, kosztem jego wyciągliwości i odwrotnie. Z kolei obie wymienione własności są w zależności od stopnia wilgotności, zarówno samej przędzy, jak i otoczenia, w którym podlega ona przeróbce.

Według norm Międzynarodowego Biura dla Standardyzacji Sztucznych Włókien w Bazylei*), sztuczny jedwab sprzedawany jest z 11 do 13% wilgotności, w zależności od tego, czy jest to włókno wątkowe, czy też preparowane na osnowy. Według tychże norm wszelkie pomiary sztucznego jedwabiu winny być dokonywane przy wilgotności względnej pomieszczenia równej 65%, z tolerancją odchyień $\pm 1\%$, przy temperaturze 15—25° C. Zastrzeżenia te są konieczne, jeżeli mamy otrzymać wyniki rzetelne i podobne, chociaż nie w takich wąskich granicach, winny być przestrzegane przy przerobie sztucznego jedwabiu, kiedy włókno stale jest narażone na działanie sił wyciągających.

Miarą grubości sztucznego jedwabiu jest t. zw. „denier”. Liczba ta podaje w gramach ciężar 9000 m nici. Jeżeli więc 9000 m nici waży 100 g, przędza taka odpowiada 100 denier; przy wadze 150 g — 150 denier i t. d. Ponieważ dynamometryczne określenie wartości przędzy wyraża się ilością gramów obciążenia zrywającego włókna, w

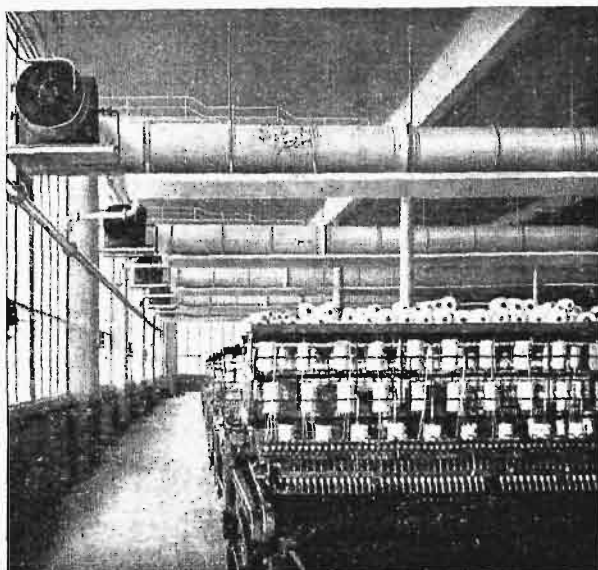


Rys. 1.

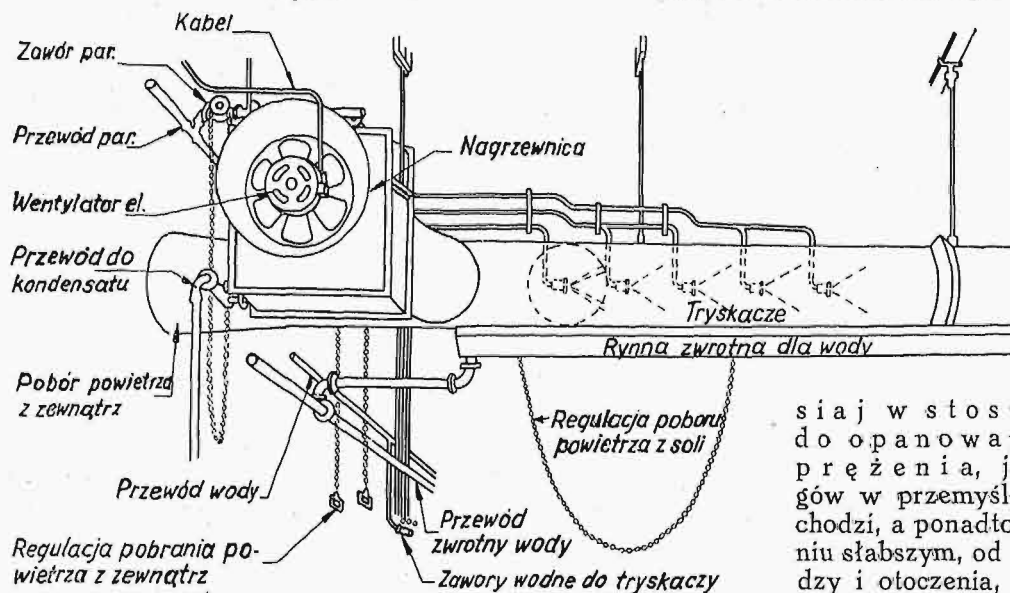
*) E. W. C. Schwarz i H. R. Mauersberger, Rayon and Synthetic Yarn Handbook, Nowy-York 1936.

*) Bureau International pour la Standardisation des fibres Artificielles, B. I. S. F. A. — Bâle.

przeliczeniu na jedno denier, przy równoczesnym określeniu %-tu wyciągliwości, przeto do wszelkich



Rys. 2.



Rys. 3.

pomiarów, których celem ma być określenie siły dopuszczalnej przy przerobie sztucznej przędzy, konieczne jest przede wszystkim ustalenie „denier”. W fabrykach sztucznego jedwabiu stała kontrola poszczególnych „denier” odbywa się przez ważenie próbnych pasemek nici o długości 450 m, na specjalnych węgach. Jednakże do szybkiego i dostatecznie dokładnego określenia „denier”, doskonale usługi oddają małe wagi t. zw. „torsyjne”, które ważąc tylko 1 m nici od razu na skali wykazują „denier”. Wagę taką, firmy *Hartmann* i *Braun*, Frankfurt n/M widzimy na rys. 1.

Wytrzymałość i wyciągliwość sztucznego jedwabiu można mierzyć na różnych typach dynamometrów stosowanych przy pomiarach włókien. Pragnę jednakowoż zwrócić tutaj uwagę na dynamometr firmy *J. Richard*, który kreśli krzywą wytrzymałości, sprężystości i wyciągliwości włókna. Przyrząd ten doskonale spełnia swe zadanie przy określaniu dopuszczalnej siły naprężającej, której nie wolno

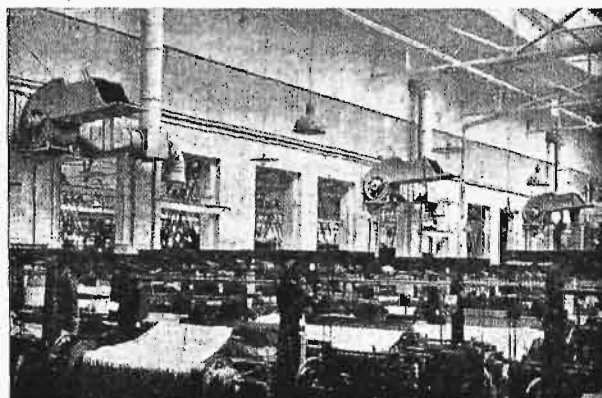
nam przekroczyć podczas przerobu nici. Sam aparat i objaśnienie wykresów zamieszczone są niżej, przy omówieniu cewienia sztucznego jedwabiu. Pomiar skrętu nici zamyka zwykle badania sztucznej przędzy. Aparaty do tego celu nie różnią się niczem od skrętomierzy stosowanych dla przędzy, wykonanej z innych włókien.

Wyciągliwość sztucznego jedwabiu w stanie suchym wynosi 10 do 30%, w stanie mokrym 20 do 40%. Są to liczby w porównaniu z innymi włóknami bardzo wysokie, zwłaszcza, że sprężystość sztucznego jedwabiu (rzeczywista elastyczność) jest niska, nie przekracza bowiem 2% w stanie suchym i maleje jeszcze w stanie mokrym, podczas gdy bawełna posiada sprężystość ok. 6% przy wyciągliwości 2—5%, co zależy od grubości przędzy, zaś wełna czesankowa do 15%. Przerabiając tedy włókno o wysokiej wyciągliwości a małej sprężystości, może się zdarzyć, że pewne nici są z przyczyn, o których powiemy szczegółowo dalej, bardziej wyciągnięte aniżeli sąsiadujące z nimi. Ostateczny efekt w gotowym materiale, który z reguły przechodzi szereg operacji na mokro: bielienie, farbowanie, apretura, a następnie suszenie będzie taki, że stopień skurczenia się nici wystąpi różnorodnie i otrzy-

mamy najrozmaitsze, wyraźniejsze, lub słabsze defekty w postaci nici o różnym połysku, różnej płaszczyźnie wzajemnego przylegania i t. p. Można powiedzieć, że przewaga uchybień, powodujących błędy w wyrobach ze sztucznego jedwabiu, leży dzia-

siaj w stosunkowo łatwym do opanowania wahanii naprężenia, jakie nic podczas zabiegów w przemyśle włókienniczym przechodzi, a ponadto zależy, ale już w stopniu słabszym, od wilgotności samej przędzy i otoczenia, w którym jest przerabiana. Należy więc sztuczny jedwab przerabiać możliwie równo nawilżony i nie

przechowywać go w pomieszczeniach wyraźnie suchych, lecz w takich, których wilgotność względna wynosi około 65%. Fabryki sztucznego jedwabiu,



Rys. 4.

w których szereg operacji końcowych jest charakteru włókienniczego, utrzymują stałą wilgotność sal takich, jak motalnie, skręcałnie, cewiarnie i sortownie w wysokości od 60 do 70%. Do tego celu służą różne urządzenia, z reguły zautomatyzowane, które widzimy na rys. 2, 3, 4.

Podobne urządzenia winny być stosowane oczywiście również w wytwórniach przerabiających sztuczny jedwab. Niestety nasz przemysł włókienniczy, przerabiający sztuczny jedwab, z nielicznymi tylko wyjątkami posiada urządzenia do regulacji wilgotności.

Jak powiedziałem wyżej, wahania wilgotności otoczenia przy przerobie sztucznego jedwabiu nie odgrywają jednak tak decydującej roli, jak nadmierne naprężenie nici, lub jego wahania podczas przerobu przędzy.

Przędza sztucznego jedwabiu dostarczana jest do dalszego przerobu w przemyśle włókienniczym w postaci motków, „babek”, czyli zwojów, które pochodzą z maszyn przędzalniczych systemu t. zw. wirówkowego, lub wreszcie w formach bardziej posuniętych w przerobie, t. j. na różnych cewkach. Wymienione postacie widzimy na rys. 5, 6.

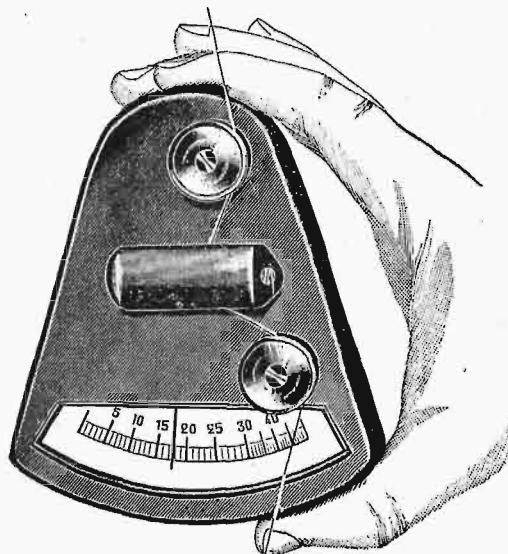
Motki, oraz „babki” (Spinnkuchen, gateaux, spinning-cakes) muszą być, zależnie od dalszego przeznaczenia, w różny sposób cewione. Podczas tej operacji, w myśl zastrzeżeń wyżej podanych, winna być zwrócona baczną uwagę na naprężenie nici. Jest ono wywołane przez celowe hamowanie wrotki z której rozwijamy przędzę, aby otrzymać dostateczną twardość nawoju cewki, oraz powstające przypadkowo, na skutek tarcia wrzecion o łożyska obu obracających się elementów: podającego i odbierającego nić. Suma pierwszej i drugiej siły powodującej naprężenie nici nie powinna nigdy przekraczać 25% siły zrywającej nić. Znaczy to, że przy wytrzymałości nici 200 g dla 100 denier siła napęcia nie powinna przekraczać 50 g i odpowiednio mniej, jeżeli przerabiamy słabszy jedwab.

Dlatego podczas cewienia powinno być naprężenie nici okresowo mierzone na wszystkich punktach pracujących, bowiem zdarzyć się może, że siła hamująca, którą z reguły uzyskuje się przez obciążenie wrzeciona określonym dla każdej grubości nici ciężarem, zostaje przez niedbalstwo personelu nieodpowiednio dobrana. Często znów spotykamy wytarcie się łożyska wrzecionowego jednego z elementów obracających się, lub rozregulowanie się kompensatora. Niedokładności takie możemy od razu wykryć przez zmierzenie naprężenia nici. Do takiego pomiaru doskonale służą aparaty sprężynowe,

widoczne na rys. 7, 8; są one tanie i wystarczająco dokładne *).

Ponieważ w miarę narastania nawoju cewki i zwiększania się jej średnicy rośnie napięcie nici, maszyny do wszelkiego rodzaju cewienia winny być wyposażone w kompensatory. Istnieją różne sposoby kompensacji, bądź to sprężynowe z regulacją, bądź też oparte na hamowaniu za pomocą ciężarka. Widzimy je na rys. 9, 10, 11.

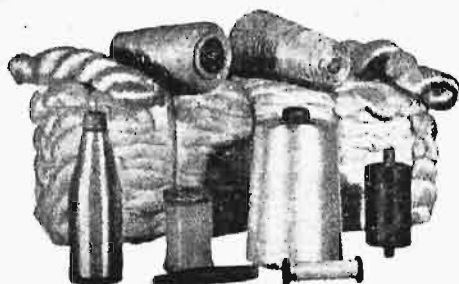
Dla sztucznego jedwabiu należy stosować możliwie czułą i nieraz wielostopniową kompensację napięcia nici, w ten bowiem tylko sposób zdołamy uniknąć odkształceń włókna, powstających często wskutek szarpnięć na krótkich odcinkach nici, spowodowanych drobnymi na pozór uchybieniami części obracających się elementów: podającego i odbierającego. Zostało wielokrotnie stwierdzone, że maszyny — cewiarki, które bez zarzutu przerabiają jedwab naturalny, czy też bawełnę, wywołują na



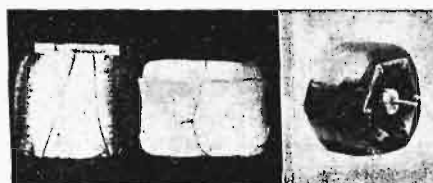
Rys. 7.

nici sztucznego jedwabiu szereg okresowo po sobie następujących różnic przez zmianę siły wyciągającej, o ile maszyny takie nie posiadają odpowiedniej kompensacji, lub też urządzenia do tego celu nie są należycie uregulowane. Można bez przesady powiedzieć, że przy przerobie sztucznego je-

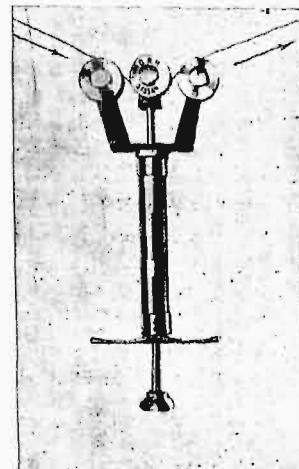
* Typ według rys. 7 wyrabia firma Defrain w Lyonie i Brukseli.



Rys. 5.

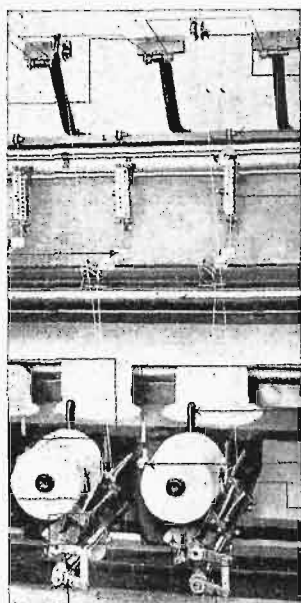


Rys. 6.

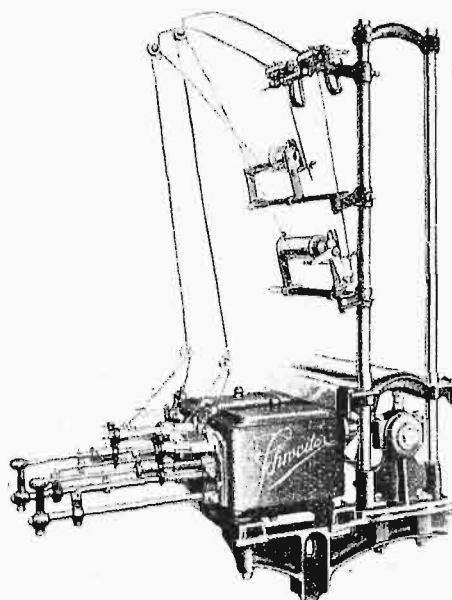


Rys. 8.

dwabiu stosunkowo najprostsza, wstępna czynność, t. j. cewienie, powoduje najwięcej uchybień, których



Rys. 9.



Rys. 10.



Rys. 11.

później przy najbardziej troskliwym dalszym przerobie nie można już usunąć.

Dynamometryczne badanie nici za pomocą t. zw. „regularymetru” obrazuje nam na krzywych wyciągliwość nici poprawną, oraz zniekształconą wskutek wadliwego szpulowania. Badanie można prowadzić na dowolnej długości nici, stale przesuwającej się przez aparat, przy czym od zębka do zębka krzywej długości badane mogą być regulowane. Na rys. 12 widzimy krzywą A, tworzącą wykres nici badanej przed operacją cewienia, t. j. wziętej wprost z t. zw. „babki”, pochodzącej z przędzalni sztucznego jedwabiu. Krzywa B przedstawia nam wykres dalszego ciągu tej nici, już po przejściu operacji cewienia przy nadmiernym, lecz równym, wyciągnięciu. Widzimy, że zębki krzywej są krótsze, aniżeli dla badanej nici pierwotnej, bowiem wyciągliwość włókna została przez nadmierne naprężenie nitki w czasie cewienia częściowo odkształcona. Nici zewnętrznie niczym nie ujawnia zmiany, jaka w niej nastąpiła, lecz w gotowej tkaninie, jak wspomnieliśmy wyżej, nici taka będzie się wyraźnie różniła od nici sąsiednich, prawidłowo cewionych i, odmiennie odbijając światło, będzie powodować efekt t. zw. błyszczczenia, lub na skutek odmiennego kurczenia się efekt zmarszczeń w gotowym materiale. Wzory tkanin z błędami, spowodowanymi przez uchybienia wyżej opisane, załączone są na końcu niniejszego artykułu. Krzywe C, D przedstawiają wykres badania nici, które podczas cewienia podlegały periodycznym szarpnięciom, i które spowodują również błędy w tkaninie.

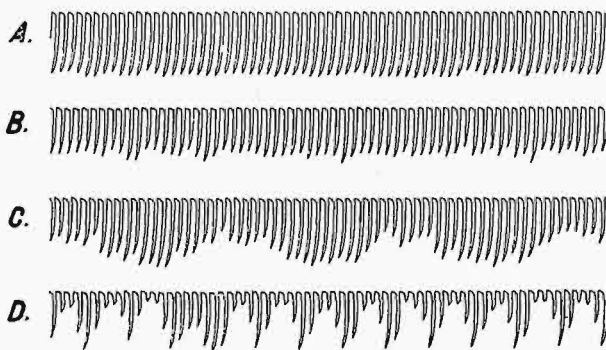
Aparaty do opisanych badań widzimy na rys. 13, 14; przyrząd uwidoczniiony na rys. 13 pozwala w ciągu godziny zbadać 100 m i służy jako kontroler prawidłowego przerobu włókna.

Podobne badanie nici umożliwia nam również dynamometr J. Richarda, rys. 15, o którym już wspomniałem poprzednio. Wykres na rys. 16 obrazuje nici normalną, pochodzącą wprost z „babki”: krzy-

wa a. Ta sama nici poddana nadmiernemu wyciągnięciu podczas cewienia uwidoczniiona jest na krzywej b. Dynamometr ten daje bardzo dokładny

obraz wytrzymałości, sprężystości, oraz wyciągliwości włókna i nadaje się przede wszystkim do charakterystyki wstępnej, na zasadzie której możemy określić granice naprężeń, przy jakich należy prowadzić przerób nici.

Oczywiście przy stałym badaniu napięcia nici na samych maszynach zmniejszamy do minimum możliwość nierównomiernie nawiniętych cewek i pierwsze stadium przerobu mamy dokonane prawidłowo. Z kolei istnieje dalsza jeszcze możliwość kontroli otrzymanych cewek, bardziej powierzchowna, lecz nieraz zupełnie wystarczająca, a mianowicie przez zbadanie twardości ich nawinięcia i odrzucenie tych,



Rys. 12.

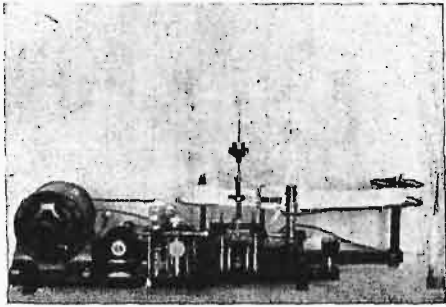
które okazałyby się poza dopuszczalnymi granicami, uwarunkowanymi stopniem wyciągnięcia nici. Aparat do tego celu służący przedstawia rys. 17.

Streszczone wyżej zastrzeżenia przy przerobie sztucznego jedwabiu powinny być znane wszystkim, którzy ten surowiec włókienniczy przerabiają. Niestety, mogłem niejednokrotnie stwierdzić, że doskonałi skądinąd fachowcy — włókiennicy, albo nie zdają sobie sprawy z opisanych własności sztucznego jedwabiu, albo, jakkolwiek znają zależność wielu usterek w materiałach od stopnia wyciągnięcia nici sztucznego jedwabiu, to jednak nie prowa-

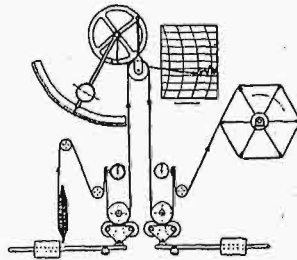
dają należytej kontroli pomiarów w czasie cewienia, jak i innych dalszych manipulacji, podczas których mogą następować analogiczne odkształcenia włókna.

Mam tu na myśli przede wszystkim snucie osnowy. Osnowa z sztucznego jedwabiu bywa najczęs-

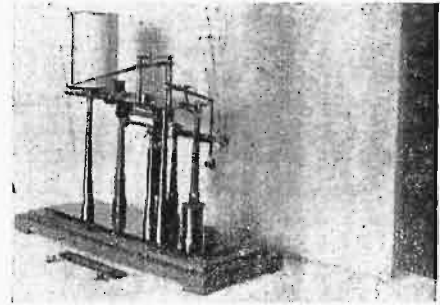
ściej klejone na nić sztucznego jedwabiu odbywa się najczęściej przez zanurzenie motków lub „babek” w odpowiedniej kąpieli, poczem odwirowuje się przędzę i suszy. Cewienie tak przygotowanej osnowy wymaga dokładnie tych samych ostrożności, jakie wymienione były przy cewieniu wątku. Powszechn-



Rys. 13.

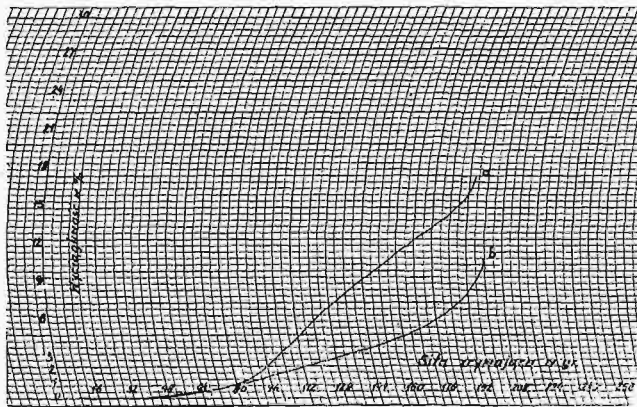


Rys. 14.



Rys. 15.

niej mocno sklejoną nicią wątkową; rzadziej jest to nić o większym skręcie, który ma na celu uodpornienie jej przed uszkodzeniem podczas tkania. Po-



Rys. 16

nieważ t. zw. dokręcanie wątku, który w sztucznym jedwabiu posiada skręt stosunkowo niewielki 100—130 obrotów na metr, a przy jedwabiu miedziowo-amoniakalnym jeszcze mniej, kosztuje stosunkowo drogo i zmniejsza t. zw. stopień krycia, bowiem nić silniej skręcona posiada średnicę mniejszą, przeto osnowy sztuczno-jedwabne, „dokręcane”, ustąpiły miejsca osnowom klejonym. Klejenie osnowy polega na pokryciu nitki warstwą ochronną, która ma na celu zapobieganie uszkodzenia nici przez tarcie nici pomiędzy sobą, jak również podczas ruchu czółenka przy tkaniu. Utkany towar zostaje wyprany, klej z osnowy rozpuszcza się, a ponieważ osnowa taka jest wykonana z nici o skręcie wątkowym, t. j. niewielkim, przeto na wypełnienie szerokości materiału można użyć mniejszej ilości nici, aniżeli wtedy, gdy nici te są o skręcie większym. Poza tym „koszulka” klejowa ochrania włókno znacznie lepiej, aniżeli sam tylko skręt nici. Istnieją rozmaite kleje do osnow (t. zw. szlichty), oraz różne sposoby pokrywania nimi nici. Coraz większe zastosowanie znajdują kleje o podłożu pokostowym, gdyż tworzą odporną błonkę na poszczególnych włóknach; nie sklejając zbyt całości nici, dają się łatwo usuwać i nie podlegają rozkładowi na włóknie w czasie dłuższego nawet magazynowania. Nałożenie war-

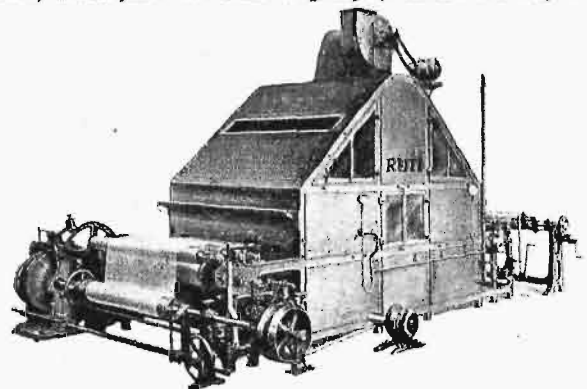
stewki kleju na nić sztucznego jedwabiu odbywa się najczęściej przez zanurzenie motków lub „babek” w odpowiedniej kąpieli, poczem odwirowuje się przędzę i suszy. Cewienie tak przygotowanej osnowy wymaga dokładnie tych samych ostrożności, jakie wymienione były przy cewieniu wątku. Powszechn-

nie używane są do snucia osnow z sztucznego jedwabiu, klejonego w motkach lub „babkach” cewki tarczowe, jak widzimy na rys. 17. Sporządza się także osnowy klejone w ten sposób, że z cewek, najlepiej t. zw. „stożkowych”, snuje się przędzę na wał, względnie bęben snowniczy, poczem na specjalnych maszynach osnowa rozłożona w całej szerokości przechodzi przez rynnę z klejem, suszarnię i zwija się na wał, na którym idzie do tkalni. Zastosowanie w tym wypadku przerobu z cewek stożkowych ma tę zaletę, że cewiarki do tego celu budowane posiadają bardzo dobrze rozwiązane urządzenia regulujące napięcie nici podczas cewienia. Maszynę do klejenia osnow widzimy na rys. 18, zaś cewiarka „stożkowa” uwidoczniła jest na rys. 9.

Cewiarki stożkowe mają poza tym tę zaletę, że „babki”, lub szpulki pochodzące wprost z przędzalni, względnie skręcalni sztucznego jedwabiu, są na takiej maszynie cewione w pozycji nieruchomej bez



Rys. 17.



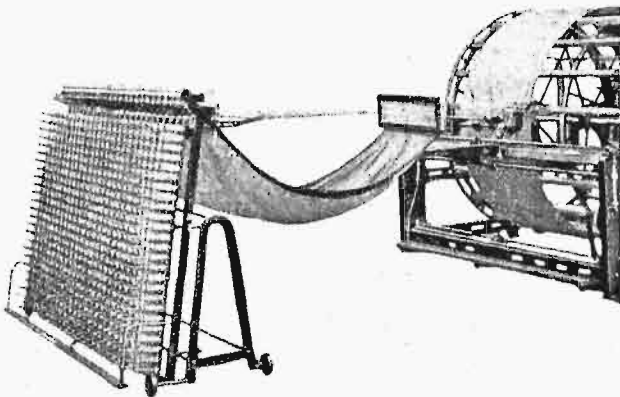
Rys. 18.

obrotu, a więc odpada jeden z czynników zwiększających przypadkowość napięcia. Cewki stożkowe podczas snucia osnowy również spoczywają nieruchomo, a nić odbierana jest z nich przez zsuwanie

się krzyżowego nawoju siłą pociągającą elementu nawijającego, w danym wypadku wału lub bębna snowlanicznego. W ten sposób zmienia się znacznie możliwość nierównomiernych napięć poszczególnych nici osnowy, co stosunkowo łatwiej zdarza się przy snuciu z cewek tarczowych, gdy obracająca się cewka podlega nierównomiernemu hamowaniu w dość prymitywnych zazwyczaj urządzeniach ram. Snucie z cewek tarczowych przedstawia rys. 19, ze stożków zaś rys. 20.

Wspomniałem wyżej o skręcie sztucznego jedwabiu włokowym, t. j. tym, z jakim najczęściej produkowana jest ta przędza do dalszej przeróbki. Dla wielu celów skręt ten jest za mały i stosuje się całą skalę dokręceń nici do 2200 obrotów na metr. Technika tych operacji nie odbiega zasadniczo od analogicznych czynności przy innych włóknach.

Podobnie tkanie sztucznego jedwabiu, jak i przeróbka w przemyśle dzianym oraz pończosznicy, nie różnią się zasadniczo od analogicznych przerobów innych włókien: bawełny, lub jedwabiu naturalnego. Jednakowoż, ze względu na wyżej przedstawione swoiste własności sztucznego jedwabiu, przy wszystkich tych czynnościach maszyny, a przede wszystkim ich części, pozostające w bezpośrednim zetknięciu z nicią sztucznego jedwabiu i dające jej impuls do ruchu, winny być najdokładniej wyregulowane tak, aby naprężenie nici nigdy nie przekraczało podanej wartości^{*)}). Również wszelkie powierzchnie, po których nić przebiega, winny być bardzo gładkie i dostatecznie twarde. Nie od rzeczy będzie wspomnieć, że dawniej rozliczne prowadniki, oczka i t. p. w przemyśle wytwórczym sztucznego włókna były wykonywane ze szkła lub

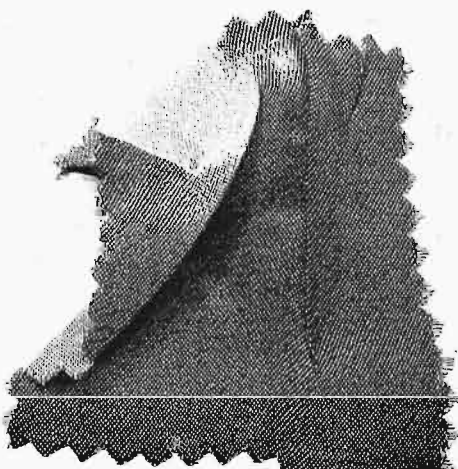


Rys. 19.

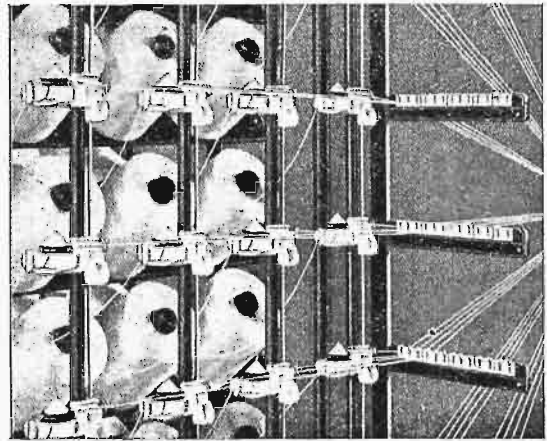
porcelany. Ostatnio stosuje się specjalne stале hartowane i chromowane, sztuczne żywice (bakelity).

^{*)} Tkanie sztucznego jedwabiu rzeczowo przedstawił p. Jan Hajek w „Techniku Włókienniczym” Nr. 9—12, r. 1936.

Wzór
tkaniny
o niciach
błyszczą-
cych.



a wreszcie korund syntetyczny. Przemysł przetwórczy sztucznego jedwabiu tego ostatniego materiału jeszcze nie wprowadził. Niewątpliwie jednak znajdzie on i tam swe zastosowanie, zwłaszcza dla

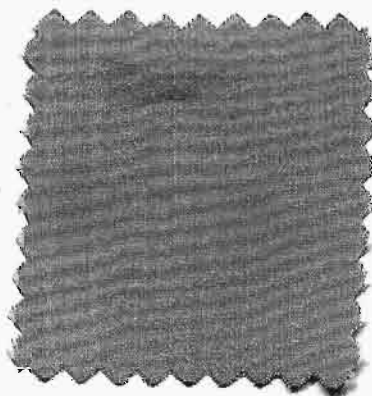


Rys. 20.

sztucznego jedwabiu matowego, który zawiera najczęściej, jako czynnik matujący włókno, pigmenty twarde, np. tlenek tytanu. Nić taka przeciera bardzo prędko powierzchnie po których przebiega, a powstające wskutek tego rowki działają z kolei na przędzę jak tarki, przecinając poszczególne włókna i powodując zmechanienie wyrobów.

Reasumując wyżej wyluszczone uwagi, stwierdzam, że w przerobie sztucznego jedwabiu nie wolno przekraczać granicy sprężystości, t. j. rzeczywistej elastyczności włókna, która wynosi od 0,6 do 2% długości nici nieobciążonej, a ponieważ pomiar tej wartości jest trudniejszy od zmierzenia całkowitej siły zrywającej nić, można przyjąć jako dopuszczalną siłę naprężającą nić sztucznego jedwabiu podczas przerobu 25% siły zrywającej. Jest też nieodzowne utrzymywanie równomierności naprężenia przez zastosowanie właściwych kompensatorów, które działają także jako wyrównywacze chwilowych wzrostów siły naprężającej, umożliwiając nici powrót do stanu normalnego. Przewaga okoliczności niesprzyjających wyluszczonego zastrzeżeniu powstaje podczas cewienia i snucia i dlatego przede wszystkim te czynności powinny być kontrolowane pomiarowo. Większe wahania wilgotności względnej otoczenia, w którym następuje przerób sztucznego jedwabiu potęgują skutki wyluszczonego uchybień. Dalszy przerób sztucznego jedwabiu nie wymaga większej dokładności i regulacji maszyn, aniżeli jest to wskazane dla cienkiej bawełny, lub jedwabiu naturalnego, z zastrzeżeniem gładkości wszystkich powierzchni, z którymi styka się nić.

Wzór
tkaniny
pomar-
szczonej,



Inż. ZDZISŁAW FRENDEL, Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu Sp. Akc.

677—166:677.05

Rys technologii mechanicznej sztucznych włókien ciętych

Przemysł włókien sztucznych jest przemysłem nowym, gdyż w okresie jednego bodaj pokolenia rozwinął się z zaczątków bardzo skromnych do swych obecnych potężnych rozmiarów. Mamy tu na myśli produkcję jedwabiu sztucznego, owego włókna ciągłego, które miało według pierwotnej koncepcji konkurować z jedwabiem naturalnym. To niezwykle tempo rozwoju uwielokrotnił młodszy brat sztucznego jedwabiu, przemysł sztucznych włókien ciętych, który jest istnym cudownym dzieckiem pod względem osiągniętych, w niepomiarnej krótkim czasie, rozmiarów i tężyzny technicznej.

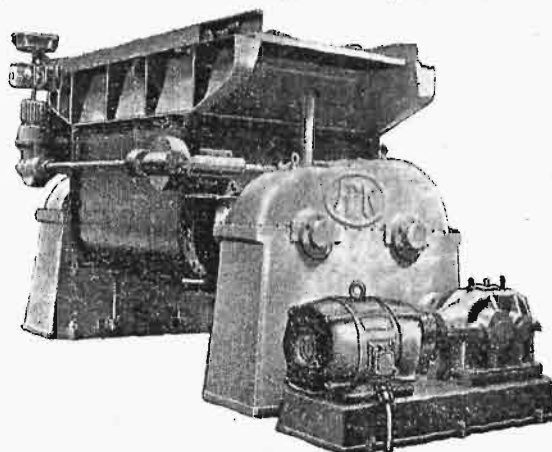
Ten burzliwy rozwój był oczywiście możliwy dzięki dotychczasowym osiągnięciom w fabrykacji włókna ciągłego, sprzyjały mu jednak specjalne czynniki natury ekonomiczno-politycznej. One też spowodowały konieczność stworzenia z dnia na dzień prawie metod, umożliwiających w sposób racjonalny a ekonomiczny przerabianie wielkich ilości surowców krajowych na włókna, zamykające granice przed dostępem surowców egzotycznych ku większej chwale autarkii. Pilnie strzeżone tajemnice konstrukcyjne urządzeń tej młodej produkcji, dalekie jeszcze od standardyzacji, pozwalają jedynie na opis ogólny, w którym postaramy się podkreślić przede wszystkim cechy specyficzne fabrykacji włókien ciętych w odróżnieniu od włókna ciągłego.

Istota chemiczna gotowych włókien, czy to ciągłych, czy ciętych, jest, rzec można, jednakowa. (W dalszym ciągu mowa będzie o włóknach wiskozowych, jako o stanowiących w jedwabiu około 90%, we włóknach ciętych około 100% produkcji światowej). Stąd też chemia przygotowania płynu przedzalniczego — wiskozy — opisana w innym artykule niniejszego numeru, stosuje się również zasadniczo do włókien ciętych. Pewne momenty specyficzne omówimy w innym miejscu.

Technologia przygotowania wiskozy stoi pod znakiem wielkich przerabianych ilości i możliwej ciągłości produkcji. Oczywiście i przemysł sztucznego jedwabiu dąży do podobnych celów. Gdy jednak zważymy, że wielkie fabryki włókien ciętych wytwarzają obecnie po 50 tonn dziennie i dojdą zapewne niezadługo do 100 tonn, jasną się staje konieczność dla nich możliwego zwiększenia jednostek przetwórczych. Tak więc prasy do ługowania budowane są już na ładunek jednorazowy 1000 kg celulozy szarpacz na 600 kg (rys. 1), baraty na 1000 kg. Znane już z fabrykacji sztucznego jedwabiu „próżniowe gniotowniki ksantogenianu” budowy firmy *Werner & Pfleiderer A. G.* rozrastają się do pojemności 15 000 l wiskozy, co odpowiada około 1 250 kg celulozy (rys. 2). Są to więc już maszyny potężne do fabrykacji wiskozy, w których odbywa się siarczkowanie z jednoczesnym ugniataniem już

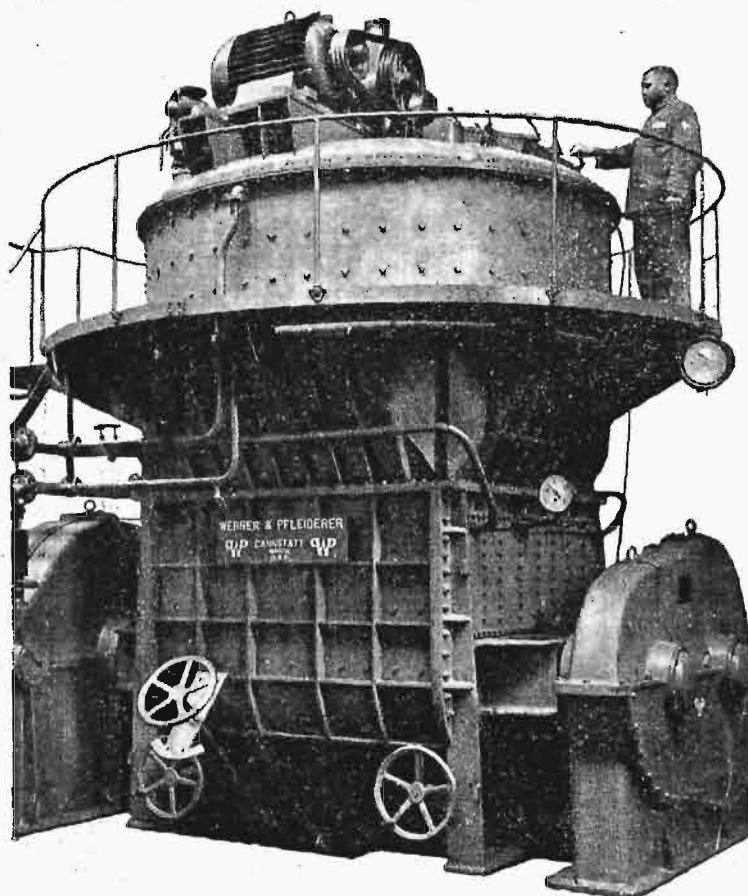
poszarpanej dojrzałej alkaliceleulozy, następnie zaś rozpuszczanie ksantogenianu w słabym ługu sodowym.

Radykalnej zmiany wymaga też urządzenie t. zw. dojrzewalni alkaliceleulozy, ze względu na wielkie



Rys. 1. Szarpacz (Firma Peter Küpper).

objętości tego pulchnego półproduktu i konieczność przestrzegania przy ich dojrzewaniu ustalonych warunków. Powstaje konieczność operowania dużymi zbiornikami, z zapewnieniem jednolitości tempera-

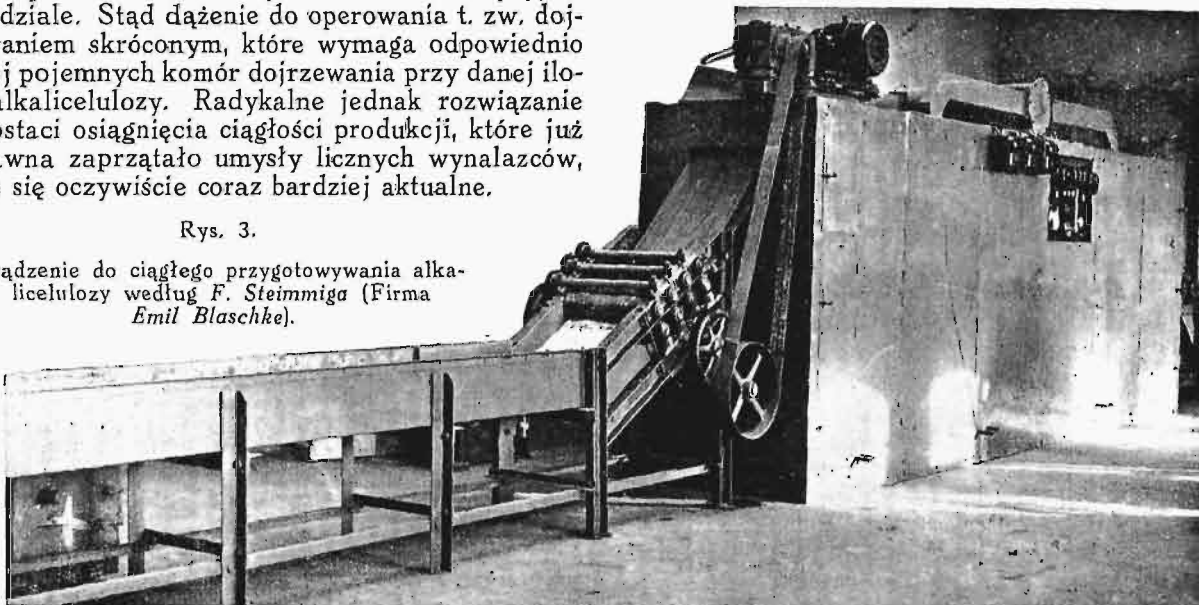


Rys. 2. Gniotownik próżniowy do ksantogenowania i rozpuszczania ksantatu (Firma Werner & Pfleiderer).

tury w każdym ich punkcie, odpowiedniego doprowadzania jej w rytmie, wymaganym przez nastawienie cyklu produkcyjnego, do dalszej przeróbki. Te nowe problemy nastroją szereg trudności wykonawczych, aczkolwiek zasada produkcji „porcyjnej”, stosowana dotychczas w fabrykacji sztucznego jedwabiu, zostaje i tu jeszcze zachowana. Jasne jest przy tym, że z wzrastającą produkcją wzrasta nieproporcjonalnie i tak wysoki koszt inwestycji w tym dziale. Stąd dążenie do operowania t. zw. dojrzwaniem skróconym, które wymaga odpowiednio mniej pojemnych komór dojrzwania przy danej ilości alkalicelulozy. Radykalne jednak rozwiązanie w postaci osiągnięcia ciągłości produkcji, które już oddawna zaprzętało umysły licznych wynalazców, staje się oczywiście coraz bardziej aktualne.

Rys. 3.

Urządzenie do ciągłego przygotowywania alkalicelulozy według F. Steimmiga (Firma Emil Blaschke).



Przykład praktycznego rozwiązania problemu ciągłego przygotowywania alkalicelulozy stanowi sposób i urządzenie F. Steimmiga (patent polski N. 22831). Celuloza przerabiana jest tu nie w arkuszach, lecz w rolach. Jak to pokazuje rys. 3, celuloza schodzi jednocześnie z kilku rol, przeprowadzana jest w tyłu warstwami przez koryto, w którym krąży odpowiednio spreparowany ług sodowy, podlega wyżęciu do określonej zawartości ługu przez szereg walców, poczem wprowadzona zostaje do zamkniętej komory. Komora ta jest automatycznie klimatyzowana według nastawionej wilgotności i temperatury. Alkaliceluloza przechodzi w niej przyspieszony proces dojrzwania, wędrując drogą krętą na taśmie, poczem po wyjściu z komory zostaje rozdrobniona przez siekacz.

Ciągłe rozdrabnianie alkalicelulozy, czy to dojrzałej, czy nie dojrzałej, osiąga Gustav Eirich, Hardheim, dwustopniowo w szarpaczu według rys. 4.

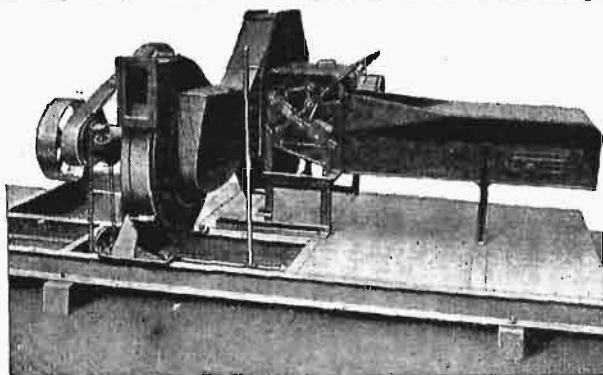
Alkaliceluloza podawna jest na krótki przenośnik, doprowadzana za jego pomocą do siekacza wstępnego, gdzie pocięta zostaje na kawałki, skąd przechodzi do szarpacza, ucierającego ją na miazgę. W przeciwieństwie do jednoczesnego rozdrabniania całego, dużego ładunku alkalicelulozy w zwykłych szarpaczach, mamy tu stały przepływ materiału podlegającego krótkotrwałemu kruszeniu; stąd bardzo nieznaczny wzrost jego temperatury i zbędność chłodzenia, koniecznego przy szarpaczach zwykłych.

Inny sposób ciągłości dojrzwania i transportu już poszarpanej alkalicelulozy polega na przeprowadzeniu jej przez wielki, powoli obracający się bęben, zaopatrzony wewnątrz w urządzenie, które powoduje przesuwanie się zawartości wzdłuż bębna ku jego wylotowi.

Ługowanie celulozy w arkuszach sposobem ciągłym rozwiązuje Werner & Pfleiderer w sposób następujący. Na pomoście biegną kosze żelazne, w które robotnik ładuje po 10 kg celulozy. Łańcuch bez końca podaje kosze w dół do kąpieli merceryzacyjnej, przez którą są przeciągane w odpowiednim tempie; stąd wędrują kosze ku górze, przy czym celuloza ocieka z ługu, do prasy automatycznej. Po

spasowaniu do trzykrotnej wagi suchej celulozy, kosze suną dalej po przez zapadkę, która otwiera ich dno. Alkaliceluloza spada bezpośrednio do leja szarpacza. Po opróżnieniu kosza dno jego zamyka się samoczynnie i cykl rozpoczyna się od nowa.

Zasadnicze różnice konstrukcyjne wykazują urządzenia wytwórcze dla włókien ciętych, poczynając od przedziałni. I tu i w jedwabiu sztucznym przedziemy co prawda nić ciągłą*), złożoną z licznych,



Rys. 4. Szarpacz ciągły (Firma Gustav Eirich).

a cieniutkich włókien pojedynczych. Jednakże nić jedwabna stanowi pewne określone indywiduum,

*) Ostatnio znajdują zastosowanie na miarę przemysłową poczęte dość dawno pomysły ominięcia krajania taśmy na kawałki; sposoby te mają na celu zachowanie taśmy aż do przeróbki włókienniczej, gdzie, jako taka, idzie od razu np. na ciągarkę. Charakter tworzy, złożonego z włókien krótkich, otrzymuje taśmą bądź przez nadrywanie, bądź przez nacinanie w różnych miejscach jej szerokości przez specjalne urządzenia w tej czy innej fazie produkcji (patent polski IG Farbenindustrie Nr. 22659, patent angielski British Celanese Ltd Nr. 463485).

występujące jako takie w dalszej przeróbce włókienniczej, względnie w produkcie gotowym. Każda mianowicie nić taka przedzona być musi z oddzielnej dyszy, w której liczba otworów stanowi o liczbie poszczególnych włókienek składowych nitki. Inaczej rzecz się ma przy produkcji włókien ciętych: dążymy tu do otrzymania przedziwa, że tak powiemy, w masie, przeznaczonego do dalszego przerobu na podobieństwo bawełny czy wełny; przedzie się przeto z dyszy nie nitki indywidualne, lecz możliwie duże zespoły włosków pojedynczych, które to zespoły łączone są znowu w czasie przedzenia w jedną lub więcej wspólnych taśm, biegnących do dalszej obróbki. Umożliwia to stosowanie dysz o znacznie większej, bo dochodzącej do 2000 i więcej, liczbie otworków (rys. 5), a więc osiągnięcie w stosunku do jedwabiu większej znacznie produkcji na punkt przedzący. Odpowiednio do tego posiadają i regulatory viskozowe, filtry świecowe i t. d. większe naogół wymiary, niż odnośne części maszyn przedzalniczych dla jedwabiu.

Na rys. 6 widzimy maszynę do przedzenia sztucznych włókien ciętych, na rys. 7 jej fragment. Nie różni się ona zasadniczo niczym od opisanej uprzednio dla jedwabiu, do miejsca opuszczenia przez ściętą już nitkę kąpeli koagulacyjnej. Tutaj pęczki włókienek ze wszystkich dysz zarzucane są po przez odpowiednie haczyki czy rolki na biegnący środkiem maszyny pas gumowy, który równomiernie przenosi utworzoną tak taśmę ku wylotowi maszyny. Podlega ona tam wyżęciu dla usunięcia nadmiaru porwanej kwaśnej kąpeli, po czym następuje dalsze traktowanie taśmy.

Pomijając, jako w obecnym stanie techniki już nie aktualną, możliwość nawijania taśmy na narząd odbiorczy, przenoszony w następstwie ku miejscu dalszej obróbki, należy rozpatrzyć dwa zasadnicze sposoby postępowania ze skoaagulowaną taśmą, dające ciągłość produkcji i możliwą jej automatyzację. Charakterystyczny dla tych sposobów jest moment cięcia taśmy na pożądanej długości odcinki, a więc bądź „na kwaśno”, bądź po całkowitym wykończeniu chemicznym. Zanim jednak opiszemy bliżej oba te sposoby, zatrzymamy się nad zagadnieniem samego procesu krajania taśmy.

Włókno cięte, zależnie od przeznaczenia, musi posiadać pewną określoną i ściśle utrzymaną grubość i długość. Tak więc dla przeróbki na maszynach bawełnianych wymagana jest grubość włókienek 1—4 drs. i długość, poczynając już od poniżej 30 mm, ze stopniowaniem dalej co parę mm do 40 mm z górą. Dla typu włókna wełnianego wchodzi w rachubę długości do plus minus 150 mm przy grubościach 4—6 drs. Widać już stąd, że jednym z zasadniczych postulatów konstrukcji krajarki jest możliwość dokładnego nastawienia długości cięcia w bardzo szerokich granicach.

Założmy teraz, iż szybkość przedzenia wynosi 90 m/min i że produkujemy włókna, które mają być cięte na odcinki 30-milimetrowe. Prosty rachunek wykazuje, że krajarka musi wykonać w ciągu minuty 3000 cięć, a więc na sekundę — 50, i to cięć materiału, będącego w ciągłym ruchu posuwowym. Zagadnienie konstrukcyjne nie łatwe do rozwiązania, zwłaszcza, gdy ma się do czynienia z materiałem kwaśnym i gdy produkcja wymaga dużej pewności ciągłego, bo przeważnie całodobowego, ruchu.

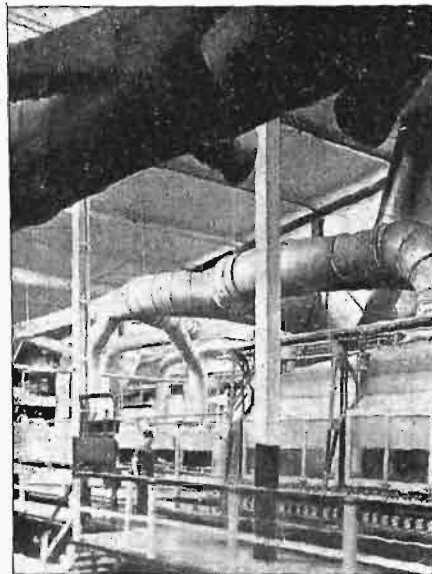
Nic przeto dziwnego, że liczni konstruktorzy starali się, niezawsze z powodzeniem, rozwiązać to trudne zadanie. Ciekawe rozwiązanie daje na przy-



Rys. 5.

Dysza wielootworowa.

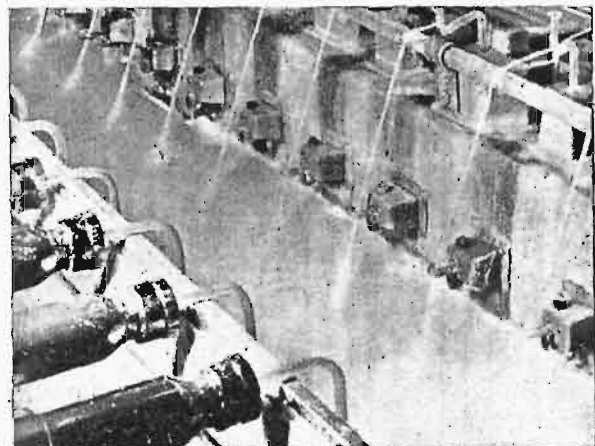
kład Società Italiana Lavorazioni Meccaniche (patent polski Nr. 11309). Taśma podawana jest do wirującego koła osi pionowej lejka z wygiętą o 90°



Rys. 6. Maszyna przedzalnicza.

(Paul G. Erhardt — „Zellwolle, vom Wunder ihres Werdens“, Frankfurt a/M 1938. Copyright 1938 by Bönners Druckerei und Verlag, Frankfurt a/M).

zurką; dzięki sile odśrodkowej taśma w miarę podawania jej wyrzucana jest o pewną długość przy każdym obrocie lejka; stojące na obwodzie noże tną ją,



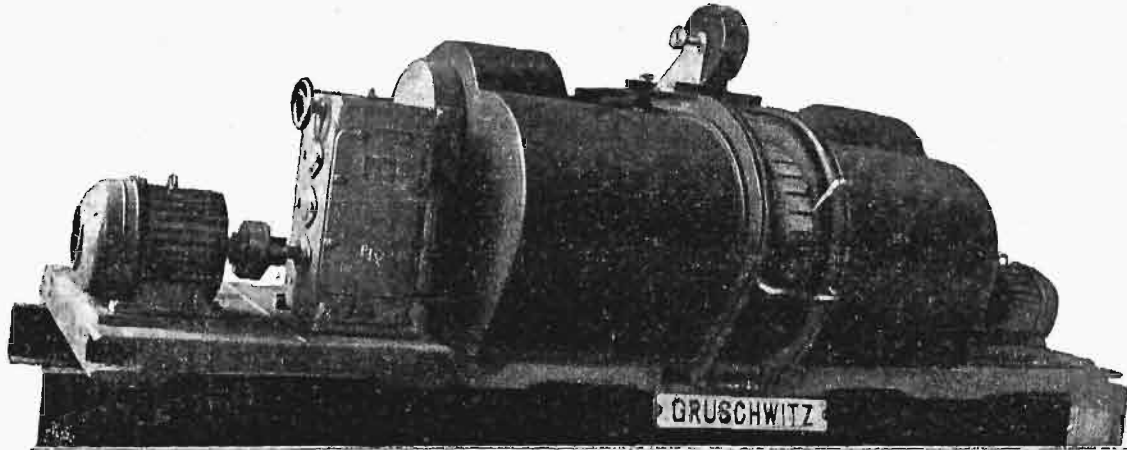
Rys. 7. Fragment maszyny przedzalniczej.

gdy o nie uderza. Blaschke porywa prądem wody taśmę poprzez lejek ku otworowi w stałym pierścieniu stalowym, do którego przylegają dzięki przeciw-

wagom ostrza wirujących noży; każde przejście noża koło otworu powoduje cięcie. *Maurer* tnie wirującym nożem swobodnie zwisającą z lejka taśmę, porywaną wartkim strumieniem wody. *Kohorn* stosuje sposób nożycowy, przy czym nóż wirujący w płaszczyźnie pionowej tnie taśmę, leżącą na twardej podkładce poziomej i wysuwana automatycznie o żądaną długość cięcia poza ostro ściętą krawędź podkładki. *Grunert* (krajarka Gru-Gru rys. 8) chwytta taśmę pomiędzy obwoły 2 ogumowanych

peratury, wzmocnieniu i przefiltrowaniu, podawane są te płyny znowu za pomocą pomp ponad kadzie.

Przebieg operacji, którym podlega na maszynach takich, o długości kilkudziesięciu nieraz metrów, przedziwo, sprawia, iż tworzy ono u wyjścia z nich jakby skłębione runo, które w następstwie musi być wysuszone. Zanim przejdziemy jednak do tego etapu produkcji, musimy powrócić na chwilę do wyprzedzonej na maszynie przedzalniczej taśmy, by omówić drugi sposób jej wykończania, w stanie nie-



Rys. 8. Krajarka Gru-Gru (Firma Gruschwitz Textilmaschinenbau G. m. b. H.).

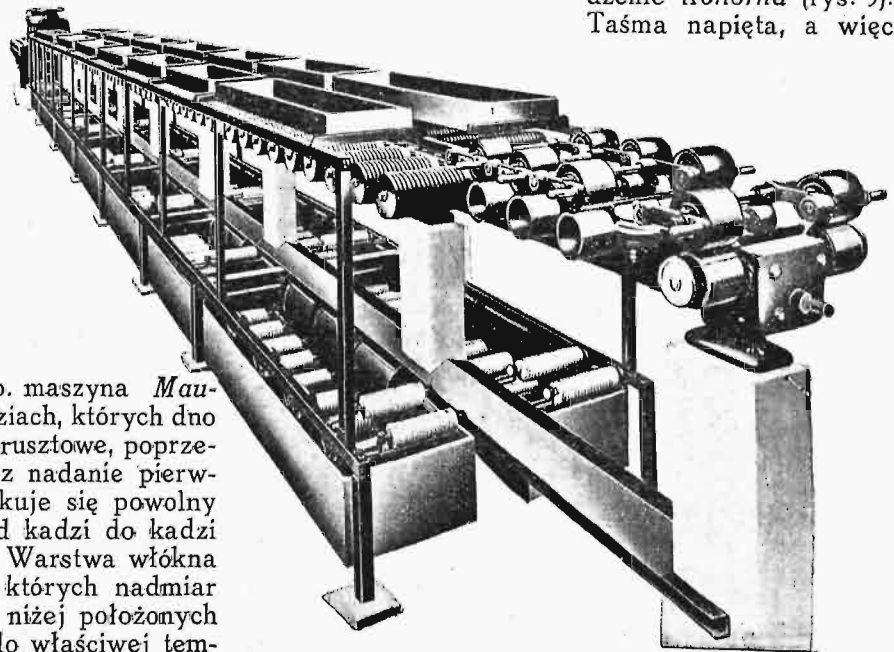
tarcz pionowych o zębach specjalnego kształtu. Taśma przytrzymywana jest przez docisnięcie co dwóch sąsiednich zębów tarcz i cięcie odbywa się wirującym nożem w płaszczyźnie poziomej przy przejściu jego przez przestrzeń międzyzębną^{*)}.

Powróćmy teraz do dwóch zasadniczych sposobów wykończania włókna. Pocięte przy sposobie „kwaśnym” bezpośrednio po wyjściu z maszyny przedzalniczej, względnie po lekkim przepłukaniu wstępnym, włókna podawane są automatycznie na układ o ruchu postępującym, gdzie podlegają kolejno działaniu płynów odsiarkowujących, bielących, zakwaszających, emulsjonujących i t. d. z niezbędnym płukaniem wodą i dżymaniem nadmiaru płynów między poszczególnymi operacjami.

Wzorem takiego układu jest np. maszyna *Maurera* o ustawionych szeregowo kadziach, których dno stanowią ruchome wzdłużne belki rusztowe, poprzegrządzone rusztami stałymi. Przez nadanie pierwszym odpowiedniego ruchu, uzyskuje się powolny posuw włókien, które wędrują od kadzi do kadzi poprzez urządzenia wyzymające. Warstwa włókna zraszana jest od góry płynami, których nadmiar przecieka przez dna rusztowe do niżej położonych zbiorników, skąd po podgrzaniu do właściwej tem-

pociętym. Po pocięciu wykończonej taśmy bowiem dalsza jej droga zbiega się z drogą przedziwa, opisanego powyżej.

Wykończanie schodzącej z maszyny przedzalniczej taśmy w ruchu ciągłym można z kolei podzielić na dwa sposoby; w stanie napiętym i w stanie luźnym. Wzorem pierwszego może służyć urządzenie *Kohorna* (rys. 9). Taśma napięta, a więc

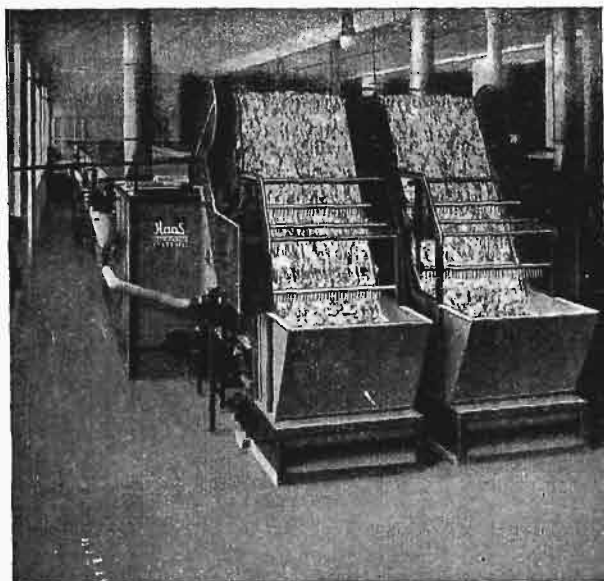


Rys. 9. Maszyna do wykończania włókien w taśmie (Firma Oscar Kohorn & Co G. m. b. H.).

^{*)} Liczni wynalazcy, zwłaszcza w początkach fabrykacji włókien ciętych, próbowali ominąć krajanie za pomocą przedzenia włókien w krótkich odcinkach, dążąc przy tym do upodobnienia ich do bawełny, dzięki nadaniu zaostrego kształtu końcom włókienek (*Ferrand*, patent polski Nr. 13075). Sposoby te nie przyjęły się jednak dotychczas w skali przemysłowej.

trudno przenikliwa dla płynów, musi z natury rzeczy przebiec bardzo długą drogę, by móc przy szybkości równej (niezupełnie, ze względu na zachodzące skurcze) szybkości przedzenia przereagować

ze wszystkimi odczynnikami, względnie pozbyć się ich śladów przez płukanie wodą. Tę długą drogę uzyskuje się przez szereg napędzanych walców poziomych, ustawionych dwupiętrowo na sztywnym stojaku środkowym po obu jego stronach. Taśma



Rys. 10. Suszarnia włókien ciętych — wlot.
(Firma Friedrich Haas).

owija wielokrotnie każdą parę walców (dolny i górny), zanim przejdzie na następną. Od góry zraszana jest ona płynami, dolne walce są w nich zanurzone. Obieg płynów podobny jest do opisanego poprzednio.

Wykończanie taśmy w stanie zluźnionym realizuje *Hamel*, podając ją z maszyny przedzalniczej na obrotowy poziomy bęben owalny. Taśma owija się na nim spiralnie z dużym zwisem. Ustawione bezpośrednio pod bębniem i równoległe do niego wąskie a głębokie kadzie zawierają kolejne kąpiele, w które zanurza się zwisająca taśma, wędrując spiralnie dzięki odpowiednim prowadnikom z kadzi do kadzi. Luźny stan taśmy sprawia, iż rozpląwa się ona niejako w cieczy, co ułatwia znakomicie bezpośrednie zetknięcie się z tą ostatnią poszczególnych włókien, skracając czas przebiegu włókna przez płynny cykl kąpieli i upraszcza urządzenie.

W obu przykładach wykończona taśma zostaje pocięta na żadaną długość i przechodzi do suszarni.

Suszenie włókien ciętych odbywa się sposobem ciągłym w urządzeniach, dostosowanych pod względem wydajności do jednostek produkujących lub ich zespołów. Dla osiągnięcia należytego efektu suszącego korzystne jest uprzednie rozbicie materiału (aczkolwiek istnieją systemy suszarni, przewidziane specjalnie dla runa ciągłego), które dokonywane bywa na maszynach typu znanego z włókiennictwa naturalnego. Suszarnia (rys. 10 i 11) posiada wędrującą taśmę z plecionki drucianej (względnie wielopiętrowy układ tasiem), na której narzucane automatycznie przędzy przebiega szereg stref, podlegając ze

wszech stron suszącemu działaniu ciepłego powietrza. Obieg jego wytwarzają przewietrzniki, odpowiednią temperaturę dają umieszczone wewnątrz

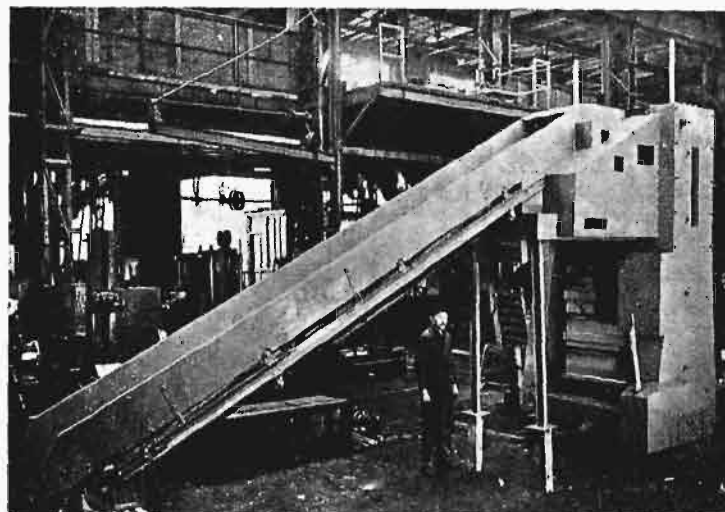


Rys. 11. Suszarnia włókien ciętych — wylot.

suszarni nagrzewnice. Opary wilgotne wyciągane są specjalnym wentylatorem na zewnątrz.

Po wysuszeniu przędzy musi być poddane t. zw. kondycjonowaniu, to jest doprowadzeniu zawartości w nim wilgoci do normy (ok. 14%), co się odbywa bądź automatycznie w dodatkowej strefie nawilżającej urządzenia suszącego, bądź też przez magazynowanie przez czas pewien rozłożonego wysuszonego materiału w odpowiedniej atmosferze.

Gotowe włókno cięte pakowane jest w bele 100—200 kg w prasach specjalnych, przy czym istnieją



Rys. 12. Prasa automatyczna (Firma Lindemann & Schnitzler).

i tu już konstrukcje zautomatyzowane (*Lindemann & Schnitzler Düsseldorf*, rys. 12).

W miarę opanowywania techniki ogólnej produkcji sztucznych włókien ciętych, przemysł wy-

twórczy zaczął zwracać się ku zagadnieniom specjalnym w sensie nadawania włóknom charakterystyk dodatkowych, bądź ułatwiających ich przeróbkę włókienniczą, bądź też wprowadzających nowe wartości. Tak więc wytwarzane są włókna o specjalnie wydatnym i utrwalonym skarbowaniu, włókna odporne na wilgoć i wodę, o wzmożonej wytrzymałości na rozerwanie, na wysokie temperatury, gotowanie i t. d. Zarówno część chemiczna, jak i wykończalnicza produkcji włókien ciętych, pozwala na wielkie różniczkowanie gotowego przędziwa pod względem własności chemicznych i fizycznych i należy się tu liczyć ze stale postępującą specjalizacją.

Jak już zaznaczyliśmy uprzednio, cała prawie produkcja włókien ciętych celulozowych, oparta jest na metodzie wiskozowej; nieznaczne, bo zaledwie kilku procent światowej wytwórczości dochodzące ilości, dają sposoby octanowy i miedziowo-amoniakalny. W ostatnich paru latach powstaje jednak nowy dział produkcji, o surowcu podstawowym kazeinie. Aczkolwiek nie mamy tu do czynienia z pomysłem nowym, jednakże teraz dopiero udało się *A. Feretti'emu*, w oparciu o wielkie przedsiębiorstwo włoskie *Snia Viscosa*, urzeczywistnić go na skalę przemysłową. Istotę wynalazku stanowi przygotowanie właściwego surowca, gdyż nie każda kazeina nadaje się do przetworzenia na włókno, przeprowadzenie go w postaci lepkiej cieszki i zastalenie w postaci włókna w odpowiedniej kąpieli. Sam proces przędzenia i dalszej przeróbki wydaje

się być pod względem technologicznym zbliżonym do przebiegu fabrykacji wiskozowej.

Wspomnieć wreszcie należy o włóknach t. zw. animalizowanych, wytworzonych z celulozy z domieszką ciał białkowych, co ma znaczenie zwłaszcza przy przerobie włókien sztucznych z wełną dla uzyskania należytych efektów farbiarskich.

Zważywszy, iż wytwarzanie włókien ciętych, znajdujące się w zaraniu swego istnienia, zdołało osiągnąć już teraz bardzo wysoki stopień doskonałości technicznej, należy spodziewać się, że lata najbliższe przyniosą nam dalsze widome oznaki rozwoju. Jesteśmy tu świadkami jednego z nielicznych, niestety, zjawisk dziejowych, gdy technika nie potrzebuje dla tworzenia swego wywalczać dopiero należnego stanowiska. Dzieje się tu wręcz przeciwnie — gospodarka narodowa pewnych państw zażądała od techniki zmontowania w ciągu krótkiego bardzo czasu wielkiego aparatu wytwórczego, dającego produkt doskonały, dostosowany do istniejącej przetwórczej aparatury włókienniczej. Technika wywiązała się z postawionego jej trudnego zadania bez zarzutu i z dumą może spoglądać na plon swej żmudnej pracy. Włókno cięte w przeciągu lat kilku wyrosło na pozycję stałą gospodarki włókienniczej i trudno jest dziś przewidzieć wielkość terenu, jaki odbierze na światowej arenie odwiecznym przedziwom naturalnym — wełnie, lnowi, jedwabowi, a zwłaszcza młodszego ich siostrzycy — bawełnie.

lnż. TADEUSZ ROSNER, Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu Sp. Akc.

677—16:677

Przerób sztucznych włókien ciętych w przemyśle tekstylnym

Sztuczne włókna cięte w tej formie i pod tą postacią, w jakiej wypuszczane są na rynek przez fabryki, produkujące te włókna, stanowią surowiec włókienniczy, w odróżnieniu od sztucznego jedwabiu, który dostarczany jest pod postacią przędzy, znajdującej bezpośrednio zastosowanie w tkalniach, fabrykach dziewarskich i innych. Sztuczne włókno cięte musi wprawdzie zostać wyprzędzone i dopiero po wyprzędzeniu może znaleźć zastosowanie w przemyśle włókienniczym, t. j. tkacim, dziewarskim i innym.

Sztuczne włókno cięte dostarczane bywa w najróżniejszych gatunkach, o różnej długości i grubości, matowe, błyszczące i półmatowe i w zależności od posiadanych właściwości nadaje się do wyprzędzenia bądźto na przędzalniach bawełnianych, bądźto na przędzalniach wełnianych typu zgrzebnego, czesankowego, względnie szewiotowego, jak również znajduje zastosowanie w przędzalniach lnu, konopi oraz szapy jedwabnej.

Producenci włókien syntetycznych dostosowali właściwości wyrabianych włókien do już istniejących maszyn i typów przędzalni, uzyskując tym samym możliwość przerabiania we wszystkich przędzalniach, jak również mieszania ich z włóknami naturalnymi, t. j. bawełną, wełną, lnem i szapą jedwabną.

Przebieg rozwoju przędzalnictwa włókien naturalnych był odwrotny. Dla istniejących włókien na-

turalnych, przędzonych dawniej na kołowrotkach ręcznych, opracowano metody mechanicznego przędzenia i do ich przeróbki zbudowano i dostosowano maszyny.

Włókna cięte, które są produktem ostatniej doby, znalazły się w sytuacji specjalnej, pragnąc bowiem uzyskać wstęp do całego przemysłu przędzalniczego, musiały dostosować się do istniejących już od dawna urządzeń i maszyn. Pomimo to właściwości i charakter sztucznych włókien ciętych odbiegają znacznie od właściwości i charakteru włókien naturalnych.

Ogólnie materiały i przędze, otrzymane ze sztucznych włókien ciętych, posiadają dotyk przypominający wełnę długowłóknistą cienką, półwłskiem i miękkością przypominają przędzę i materiały z szapy jedwabnej, łatwością przefarbowania i intensywnością kolorów przypominają sztuczny jedwab.

Właściwości te nie są jednak jednakowe dla wszystkich gatunków i rodzajów tkanin, wyrabianych ze sztucznych włókien. Wpływ na te właściwości, jak to już wyżej powiedziano, na grubość włókien, długość ich cięcia, pełny lub przyćmiony połysk, które pragnie się na tej drodze otrzymać, mogą być w fabrykach sztucznych włókien dowolnie zmieniane.

Ze względów technicznych włókna, przeznaczone do przeróbki na poszczególnych przędzalniach, na

których nierzadko zostają zmieszane podczas przędzenia z produktem naturalnym, takim jak bawełna, wełna lub len, posiadają odmienne własności.

Zanim przejdziemy do omówienia przeróbki sztucznych włókien na poszczególnych przędzalniach, przy czym postaramy się podać w krótkości własności, które poszczególne sztuczne włókna na przędzalniach powinny posiadać, pragniemy po krótko, przypomnieć, że schemat przędzenia jest dla przędzalni wszystkich typów mniej więcej ten sam.

Włókna zostają w pierwszych operacjach rozbite i oczyszczone, następnie ułożone równolegle i sprowadzone do postaci taśmy. Taśma, wskutek kilkukrotnego łączenia i wyciągania, zostaje wyrównana. W ostatecznym procesie właściwego przędzenia zostaje taśma wyciągnięta i uzyskuje odpowiedni skręt, utrzymujący równolegle ułożone włókna w dostatecznie mocnym ze sobą związku.

Zachodzi jednak różnica między przeróbką włókien naturalnych pochodzenia roślinnego czy też zwierzęcego, a przeróbką sztucznych włókien ciętych.

Sztuczne włókna w tej formie, w jakiej dostarczane są przędzalniom, nie posiadają szkodliwych domieszek takich, jak: kurz, brud lub pot zwierzęcy, poza tym została już im w fabryce nadana specjalna preparacja, umożliwiająca ich najlepszą przeróbkę na przędzalniach. Posiadają dalej sztuczne włókna cięte równą długość dla wszystkich włókienek. Dlatego też nie wymagają one wstępnego prania, rozbicia, szarpania, odkurzania, jako też przy przędzeniu ich proces wyczesywania włókien krótszych dla przędz cienkich i dla przędz wysokiej jakości jest zbyteczny.

Włókna cięte przerabiane w przędzalniach bawełnianych posiadają z reguły grubość 1,5—2 drs. lub 4—5 drs. Z włókien pierwszego rodzaju otrzymuje się przędze miękkie o charakterze jedwabistym, z włókien zaś drugiego rodzaju otrzymuje się przędze szorstkie o dotyku wełnianym.

Przy mieszaniu sztucznych włókien z bawełną należy pamiętać o tym, że zmieszanie należy uskutecznić dopiero na ciągarkach, przerabiając na operacjach wstępnych osobno bawełnę, osobno zaś sztuczne włókna cięte. Jest to spowodowane tym, że przy przeróbce bawełny na trzepaku i zgrzeblarce wytrzępuje się, względnie wyczesuje się z niej kurz, nasiona i krótsze włókienka, wskutek czego maszyny muszą być inaczej nastawione, niż przy przeróbce sztucznych włókien, gdzie maszyny te mają za zadanie tylko równoległe ułożenie włókien i dostarczenie ich ciągarkom pod postacią taśmy.

Mieszanki: sztuczne włókna cięte-bawełna sporządzane są w każdym stosunku od 0 do 100%, w zależności od przeznaczenia przędzy i efektu, który pragnie się otrzymać.

Dla przykładu podajemy, że dodatek sztucznych włókien ciętych do bawełny w granicach od 10—30% uszlachetnia przędzę bawełnianą, wzmagając jej połysk, zdolność farbowania oraz zwiększając miękkość otrzymanych z przędz takich tkanin.

Z drugiej strony dodatek bawełny, zazwyczaj egipskiej, w gatunku „Makko” w ilości od 10—30% do przędzy ze sztucznych włókien ciętych, ma za zadanie zwiększenie wytrzymałości przędzy ze sztucznych włókien ciętych na mokro, nie zmieniając równocześnie w sposób widoczny szlachetnego

jedwabistego charakteru przędzy, właściwego przędzom ze sztucznych włókien ciętych

Przędza ze sztucznych włókien ciętych, otrzymana na przędzalni bawełnianej, posiada na sucho wytrzymałość taką samą, jak przędza z bawełny amerykańskiej „strict middling” tej samej grubości i skrętu.

Na mokro wytrzymałość przędzy ze sztucznych włókien ciętych jest mniejsza od wytrzymałości takiej samej przędzy bawełnianej o ok. 30%.

Na przędzalniach wełnianych znalazły sztuczne włókna cięte szerokie zastosowanie, jako domieszka do wełny. Sztuczne włókna są specjalnie chętnie używane w przędzalniach zgrzebnych i przędzalniach szewiotowych. W przędzalniach pierwszego typu stosuje się przeważnie sztuczne włókna matowe, grubości 3—5 drs. i długości 60—80 mm. Ponieważ w przędzalniach tych przerabia się zazwyczaj wełnę krótką, często zaś odpadkową lub zregenerowaną, dodatek sztucznych włókien ciętych wywiera na przędzę mieszaną wpływ wyraźnie uszlachetniający. Włókna cięte długości wyżej podanej układają się z reguły w rdzeniu przędzy, podczas gdy wełna, krótsza od tych włókien, układa się na powierzchni przędzy lub materiału. Charakter tkanin, przy domieszce nie przekraczającej 30% sztucznych włókien ciętych, nie ulega zmianie, gdyż włókna cięte znajdujące się w rdzeniu przędzy nie uwidoczniają się. Wytrzymałość jednak takich tkanin ulega wyraźnej poprawie, i tak przy 25% domieszce sztucznych włókien ciętych zwiększa się wytrzymałość o ok. 30% na sucho, nie ulegając ani powiększeniu ani obniżeniu w stanie mokrym w porównaniu z wytrzymałością przędzy lub materiałów czysto wełnianych tego samego typu.

W przędzalniach czesankowych, kamgarnowych lub szewiotowych przerabia się zazwyczaj sztuczne włókna matowe grubości 3—6 drs. i długości 100—120 mm lub 160—200 mm. Przeróbka wstępna prowadzona jest zazwyczaj oddzielnie, a mieszanie wełny ze sztucznymi włóknami ciętymi uskutecznia się dopiero w taśmie na ciągarkach. Przyczyny takiego postępowania są te same, co przy sporządzaniu mieszanek bawełna — sztuczne włókna cięte, t. zn. unika się nie potrzebnego przemęczenia i wyczesywania sztucznych włókien ciętych, które nie posiadają włókien krótszych, włókien zwężlonych i nie potrzebnych domieszek, szkodliwych dla dalszej przeróbki.

Przędze mieszane typu kamgarnowego i szewiotowego znajdują coraz to szersze zastosowanie ze względów czysto ekonomicznych.

Sztuczne włókno cięte posiada charakter przypominający wełnę ciętą, a więc najdroższą. Pewien dodatek sztucznych włókien do przędzy wełnianej, otrzymanej systemem czesankowym, uszlachetnia przędzę, dając złudzenie pewnego dodatku wełny cienkiej, od której sztuczne włókna są znacznie tańsze

W przędzalniach lnianych znalazły włókna sztuczne dość szerokie zastosowanie przy wyrobie przędz cienkich wysokiego gatunku. Przyczyną tego jest to, że sztuczne włókna cięte zwiększają połysk przędzy lnianej i zmniejszają w materiałach lnianych zdolność gniecienia się. W przędzalniach lnianych używa się zazwyczaj sztucznych włókien błyszczących grubości 4—5 drs. i długości 120—160 mm.

Zmieszanie lnu ze sztucznymi włóknami ciętymi

ma dopiero miejsce na ciągarkach, co jest spowodowane tymi samymi względami, jakimi kieruje się przy sporządzaniu mieszanek na przędzalniach wełnianych, względnie bawełnianych.

Stosunek sztucznych włókien ciętych do lnu przy sporządzaniu mieszanek wynosi zazwyczaj 30—50% sztucznych włókien ciętych i 50—70% lnu.

W przędzalniach szpary jedwabnej przędzie się zazwyczaj sztuczne włókna bez domieszki szpary jedwabiu naturalnego. Do przędzenia używa się przeważnie włókien o grubości 1,5 drs. i długości 140—160mm. Ponieważ maszyny, które znajdują się w przędzalniach szpary jedwabiu, pozwalają na przeróbkę sztucznych włókien długich i cienkich, przerabia się je zazwyczaj na przędzalniach tego typu na przędze bardzo cienkie, dochodzące do numeru 200 wg num. metr.

Uzyskane w ten sposób przędze, nieraz typu mieszane, znalazły ostatnio bardzo szerokie zastosowanie w wyrobie tkanin bądź w 100% z nich sporządzonych, bądź z użyciem ich jedynie w osnowie, czy wątku. Z nowości, które ostatnio pojawiły się na rynku światowym, należy wspomnieć materiały takie, jak: *Toile de soie*, *Cotelé*, *Doupión*, *Panama* i wiele innych. Ze sztucznych włókien ciętych wyrabia się dzisiaj w dużych ilościach przędzę krepową, którą znajdujemy w wątku tkanin, znanych pod nazwami: *Afgalaine*, *Flamenga*, *Hamerschlag*, *Borkencrêpe* i *Cloqué*. Przędze ze sztucznych włókien ciętych znalazły również duże zastosowanie przy wyrobie szali, krawatów, pluszów oraz w przemyśle dzianym przy wyrobie pończoch i trykotów na bieliznę. Ostatnio wprowadzono je również do fabrykacji wstążek satynowych i wstążek gros-grain.

Ciekawe jest zastosowanie przędzy z włókien ciętych do wyrobu tkanin kordowych, używanych, jako przekładki, dla wzmocnienia opon samochodowych oraz pędnianych pasków klinowych. Również dla pasów napędowych gumowych i trybów ze sztucznych żywic stosowane są z powodzeniem, jako przekładki, tkaniny z włókien ciętych.

Pod względem chemicznym, znajdujące się na rynku sztuczne włókna cięte, można podzielić na dwie grupy, z których jedna, duża, obejmująca ok. 90% wytwórczości światowej, przedstawia zregenerowaną celulozę, otrzymaną systemem wiskozowym, bądź miedziowo-amoniakalnym, grupa zaś druga — mniejsza — jest pod względem chemicznym dwu-acetylocelulozą.

Grupa pierwsza, najpowszechniejsza, zachowuje się w farbiarni podobnie do bawełny i sztucznego jedwabiu, dając się przefarbowywać barwnikami substancywnymi, zasadowymi, naftolami i barwnikami kadziowymi.

Grupa druga wymaga specjalnych barwników celitonowych, setacylowych lub acetalowych.

Wyfarbowania na sztucznych włóknach ciętych, specjalnie grupy pierwszej, są bardzo żywe, a powinowactwo do barwnika większe, niż u włókien bawełnianych. Z tego powodu napotymano początkowo na trudności przy farbowaniu przędz mieszanych: sztuczne włókna cięte — bawełna, lub tkanin wykonanych częściowo z bawełny, częściowo ze sztucznych włókien ciętych. Ostatnio jednak technika farbiarska uporała się z tymi trudnościami, stosując dla przędz lub materiałów mieszanych specjalną technikę farbowania.

Przędze mieszane farbuje się prędko, zachodząc do floty posiadającej znaczny dodatek soli glauberskiej lub kamiennej.

W mieszankach: sztuczne włókna cięte — wełna stosuje się zazwyczaj podwójne farbowanie, przyjmując sposoby postępowania, znane zresztą oddawna dla przędz lub materiałów, w których skład wchodzi bawełna i wełna.

Napotkano również na pewne trudności przy merceryzacji tkanin, zrobionych z mieszanek: bawełna — sztuczne włókna cięte. Trudności te można jednak uważać za pokonane, gdyż opierając się na własnościach sztucznych włókien ciętych, dla których najsilniejsze pęcznienie wywołane zostaje 8% zimnym ługiem sodowym, opracowano specjalne metody postępowania, które pozwalają dzisiaj na bezpieczną merceryzację tkanin, zrobionych z przędzy mieszanej: bawełna — sztuczne włókna cięte.

Metody te opierają się na obserwacji, że ług 12—15% w temperaturze wyższej słabo tylko atakuje sztuczne włókna cięte. Zastosowano więc ług o powyższej koncentracji i temperaturze podniesionej, skrócono czas merceryzacji oraz zastosowano do wymywania ługu duże ilości wody gorącej, przechodząc prędko przez niebezpieczną koncentrację 8% ługu.

Wykończanie tkanin mieszanych: bawełna—sztuczne włókna cięte, względnie: wełna — sztuczne włókna cięte, nie nastrecza specjalnych trudności. Sztuczne włókna cięte wytrzymują bowiem dobrze gotowanie w słabo alkalicznych roztworach, wytrzymują również bielenie nawet dość skoncentrowanymi roztworami podchlorynu, pod warunkiem jednak, ażeby reakcja bielnika była lekko alkaliczna.

Nawet słabe roztwory podchlorynu o odczynie kwaśnym wywołać mogą silne zaatakowanie włókna, którego uniknąć można łatwo, stosując w bielniku roztwory o odczynie alkalicznym.

Wyżej podane zachowanie się włókien syntetycznych przy gotowaniu, bieleniu i merceryzacji charakterystyczne jest jednak tylko dla włókien otrzymanych systemem wiskozowym lub miedziowo-amoniakalnym. Włókna natomiast octanowe nie noszą alkalicznego gotowania i mocnego bielenia, tak, że przy stosowaniu tych włókien konieczne są specjalne sposoby postępowania, których opis przekraczałby ramy tego artykułu.

Bielizna, pończochy, suknie i inne artykuły codziennego użytku, zrobione z przędz ze sztucznych włókien ciętych, dają się prać tymi samymi sposobami, jakie są stosowane przy praniu materiałów bawełnianych. Materiały te mogą być gotowane, nie powinny natomiast być zbyt mocno tarte, ulec bowiem mogą łatwo przy zbyt intensywnym tarcu niepożądanemu zwłochaceniu, wskutek którego stracą swój szlachetny połysk; również życie materiału, wskutek nieostrożnego obchodzenia się z nim w praniu, podlega zbyt niemu skróceniu.

Zobrazowaliśmy w głównych zarysach zastosowanie przemysłowe włókien ciętych, nie jesteśmy jednak pewni, czy już w chwili obecnej nie znaleziono nowych dziedzin tego zastosowania, tempo bowiem, w którym sztuczne włókna cięte zdobywają coraz to większy teren kosztem surowców naturalnych, nie ma sobie równego w historii przemysłu włókienniczego.

Inż. JULIAN BUCHWIC i inż. JAN SACHS, Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu Sp. Akc.

676.36

Folia przezroczysta

Folię przezroczystą (papier przezroczysty), podobnie, jak sztuczny jedwab, można produkować różnymi metodami, przy czym, zależnie od surowca wyjściowego, dzielimy folie przezroczyste na 2 grupy.

- 1) folie wytwarzane z celulozy,
- 2) folie żelatynowe.

Folie wytwarzane z celulozy, w zależności od sposobów fabrykacji, są albo regenerowaną celulozą (głównie folia wiskozowa), albo estrami celulozy, w szczególności acetylocelulozą.

W niniejszym artykule omówimy produkcję folii przezroczystej systemem wiskozowym, najbardziej ze wszystkich rozpowszechnionym. System ten opracowany został na krótko przed światową wojną, w Szwajcarii, przez *J. E. Brandenbergera*, przy czym wynalazca nadał swemu produktowi nazwę „Cellophane”. Wkrótce zgłoszone zostały patenty na produkty podobne, oparte na innych nieco zasadach. Dopiero po wojnie światowej rozpoczyna się wielki rozwój produkcji folii przezroczystej. Oprócz fabryk w Szwajcarii i Francji, powstają również fabryki w Anglii, Ameryce, Niemczech, Belgii, we Włoszech, Czechosłowacji i t. d. W Polsce folię przezroczystą pod nazwą „Tomofan” wyrabia Tomaszowska Fabryka Sztucznego Jedwabiu.

W pierwszej fazie wytwarzanie folii jest analogiczne do produkcji jedwabiu wiskozowego. Rozpoczyna się ono od przygotowania wiskozy. Sposób przygotowania wiskozy w zasadzie nie różni się od opisanego w innym artykule dla jedwabiu. Dopuszczalne są tylko pewne uproszczenia procesu ze względu na mniejsze wymagania, jeśli chodzi o stałość własności i doskonałość filtracji płynu. Natomiast wymagane jest równie dokładne usunięcie pęcherzyków powietrza, gdyż obecność ich może spowodować wady w produkcji.

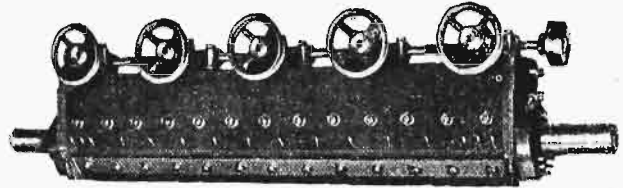
Wiskoza po przefiltrowaniu i odpowietrzeniu zostaje doprowadzona do maszyny, produkującej folię w postaci taśmy bez końca. Maszyna taka składa się zasadniczo z 3-ch elementów:

- 1) z urządzenia do rozlewania, którego zadaniem jest wprowadzanie wiskozy w postaci cienkiej, szerokiej warstwy do kąpielii koagulacyjnej, w której wiskoza ścina się, na skutek czego powstaje cienka błonka;
- 2) z szeregu kadzi, w których utrwalona błonka wiskozowa, przez traktowanie odpowiednimi płynami, zostaje uszlachetniona;
- 3) z suszarni, którą folia opuszcza już jako gotowy produkt, zwinięty w role.

Pod względem urządzenia do rozlewania wiskozy rozróżniamy dwa typy maszyn, które poniżej opiszemy. Zaznaczamy jednak już teraz, że wykończanie utrwalonej taśmy odbywa się w obu wypadkach w sposób jednakowy.

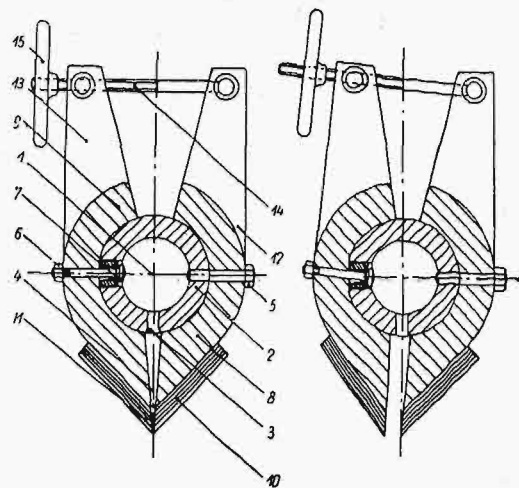
W pierwszym wypadku wiskożę wlewa się bezpośrednio do kąpielii koagulacyjnej przy pomocy rozlewnika szczelinowego (rys. 1, 2 i 3). Jak wi-

dać z rysunków, komora rozlewnika przechodzi ku dołowi w wąską szczelinę. Rozlewnik osadzony jest w poprzek kadzi, zawierającej kąpiel koagulacyjną; wiskożę do wnętrza rozlewnika doprowadza się przez wydrążone czopy, na których rozlewnik opiera się o brzeg kadzi. Równomierność dopływu wiskozy osiąga się w podobny sposób, jak przy fabrykacji jedwabiu (pompa



Rys. 1. Rozlewnik szczelinowy
(Halama: Transparentfolien — str. 36, rys. 14).

trybowa). Z rozlewnika wiskożę wtlacza się do kąpielii koagulacyjnej, w której szczelina rozlewnika zanurzona jest na głębokość kilku milimetrów. Szczelinę tę można rozszerzać lub zwężać, dostosowując ją do grubości wytwarzanej folii za pomocą kilku kół, uwidoczniionych na rys. 1. Dzięki równomiernemu rozmieszczeniu kół wzdłuż rozlewnika, umożliwiające jest precyzyjne nastawienie szczeliny na całej długości, która wynosi, zależnie od pożądanej szerokości taśmy, 1½—2½ metra.



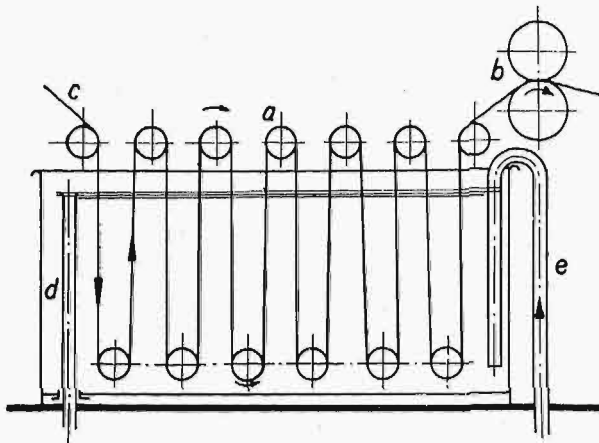
Rys. 2.
Przekrój rozlewnika
w pozycji roboczej.
(Eggert: Filmgebilde aus
Viskose — str. 109, rys. 54a).

Rys. 3.
Przekrój rozlewnika z
rozwartymi szczękami.
(Eggert: Filmgebilde aus
Viskose — str. 109, rys. 54b).

Rozlewnik obraca się na czopach, co umożliwia wynurzenie szczeliny ponad poziom kąpielii koagulacyjnej dla oczyszczenia szczeliny.

Na wychodzący ze szczeliny rozlewnika strumień wiskozy działa kąpiel koagulacyjna z obu stron; świeżo skoagulowaną błonę przeprowadza się przez szereg kadzi, wypełnionych kąpielami, za pomocą obracających się w nich wałków.

Rysunek 4 schematycznie uwidocznia rozmieszczenie wałków prowadzących taśmę. Aby uzyskać odpowiedniej grubości taśmę ustala się od-

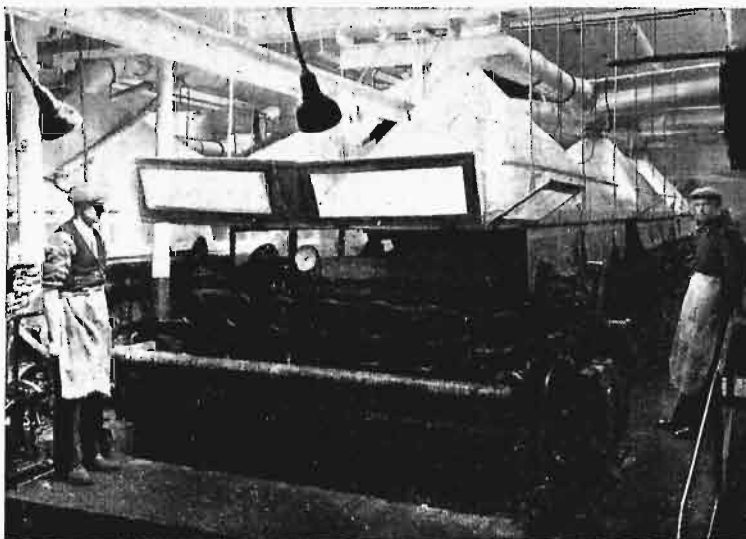


Rys. 4. Schemat kadzi z wałkami.

powiedni stosunek szybkości obwodowej wałków do ilości podawanej z rozlewnika wiskozy.

Rys. 5 jest fotografią maszyny od strony kadzi z rozlewnikiem.

Druga metoda wytwarzania taśmy przezroczystej polega na rozlewaniu wiskozy na powierzch-



Rys. 5. Maszyna systemu rozlewnikowego (zdjęcie od strony rozlewnika).

nię obracającego się bębna. Bęben ten, podobnie jak wyżej opisany rozlewnik, osadzony jest w kadzi z kąpielą koagulacyjną (rys. 6). Warstewka wiskozy, pokrywająca powierzchnię bębna, stale zanurza się w kąpielu koagulacyjnej.

Srednica bębna wynosi około 3 m. Szybkość obrotowa jego musi być tak dobrana, aby czasu zanurzenia w kąpielu wystarczyło na skoagulowanie błonki. Podczas gdy z rozlewnika wiskoza zostaje wytłoczona, to na bęben spływa ona własnym ciężarem. Ze względu na alkaliczność wiskozy i kwasowość kąpielu koagulacyjnej, powierzchnię bębna wykonywa się z ebonitu lub ze stali kwasoodpornej. Powierzchnia ta musi być starannie wypolerowana, gdyż od tego zależy gładkość folii. Koagulacja przy systemie bębnowym odbywa się zasadniczo z jednej tylko strony taśmy. Dzięki temu schodząca z bębna błonka

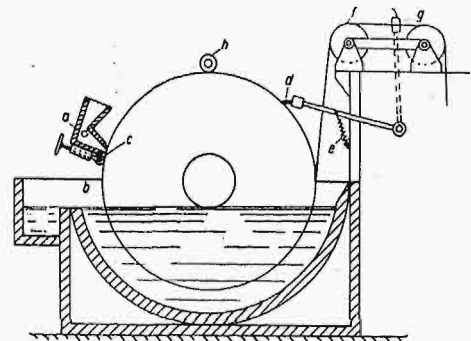
jest po stronie, przylegającej do powierzchni bębna, jeszcze plastyczna.

System bębnowy został prawie zupełnie wyparty przez nowszy rozlewnikowy, ze względu na szereg wad systemu bębnowego, z których wymienimy następujące:

- 1) znacznie mniejsza wydajność (wolniejszy bieg maszyny);
- 2) nagryzanie powierzchni bębna przez ług i kwas;
- 3) konieczność stosowania do koagulacji kąpielu z siarczanu amonu, która jest kosztowniejsza od kąpielu z kwasu siarkowego i siarczanu sodu, stosowanej przy systemie rozlewnikowym.

Rozlewanie wiskozy w postaci cienkiej warstwy do kąpielu koagulacyjnej stanowi operację, odpowiadającą procesowi przedzenia sztucznego jedwabiu wiskozowego. Gdy jednak dla jedwabiu koagulacja i utrwalaanie nitki (regeneracja celulozy) odbywa się prawie momentalnie w jednej kąpielu, stanowiącej roztwór soli mineralnych i kwasu, procesu nie można w ten sposób prowadzić dla folii. Strumyczki wiskozy, z których powstają niteczki, mają średnicę poniżej 0,1 mm i przekrój kołowy. Umożliwia to łatwe przedostawanie się na zewnątrz wywiązujących się pod działaniem kwaśnej kąpielu gazów i zapobiega powstawaniu szkodliwych pęcherzyków gazowych w niteczkach. Przy wytwarzaniu natomiast folii wiskoza wlewa się do kąpielu szeroka płaska warstwą grubości co najmniej 0,25 mm. Wskutek tego przedostawanie się gazów na zewnątrz jest bardzo utrudnione, co przy sposobie, stosowanym dla jedwabiu, spowodowałoby zatrzymanie części tworzących się gazów w folii. Pociągałoby to za sobą jej nieprzejrzystość i obniżało jej właściwości mechaniczne. Ponadto pęcherzyki, wydzielające się na powierzchni taśmy, czyniłyby ją szorstką i porowatą, pozbawiając połysku, folia taka byłaby więc niezdatna do użytku.

Dla otrzymania gładkiej i przezroczystej folii strumień wiskozy musi przejść całkowitą koagulację ksantogenu przed jego rozłożeniem (utrwaleniem). Pierwsze osiąga się w ciepłym (30—45°C) i stężonym roztworze soli mineralnych. Pod ich działa-



Rys. 6. Schemat systemu bębnowego.
(Eggert: Filmgebilde, — str. 125, rys. 63).

niem powstaje taśma, składająca się ze stałego ksantogenu celulozy, natomiast zanieczyszcze-

nia, będące źródłem siarkowodoru i dwusiarczku węgla, ulegają w znacznym stopniu wypłukaniu. Kąpiel koagulacyjna jest roztworem siarczanu lub chlorku amonu, albo siarczanu sodu.

Kąpiel rozkładająca (utrwalająca) stanowi roztwór wodny kwasu siarkowego i siarczanu amonu lub siarczanu sodu. W tej kwaśnej kąpeli następuje rozkład ksantogenu i regeneracja celulozy. Po przejściu przez powyższą kąpiel, taśma zawiera jeszcze siarkę, która jej nadaje wygląd biały i nieprzezroczysty.

Rozdział na koagulację i rozkład ksantogenu bywa szczególnie ściśle zachowywany przy maszynach bębnowych, przez co unika się konieczności pracy bębna w kąpeli, zawierającej większą ilość kwasu, gdyż ebonitowa lub stalowa powłoka bębna prędko by się zniszczyła. W maszynach rozlewnikowych natomiast pierwsza kąpiel zawierać musi już nieco więcej kwasu, dzięki czemu przyspiesza się proces rozkładu.

Czas działania, skład procentowy i temperatura kąpeli zależą w pierwszym rzędzie od składu chemicznego wiskozy, grubości przeciąganej przez każdą taśmę i jej szybkości. Ta ostatnia dochodzi w maszynach rozlewnikowych do 35 m/min.

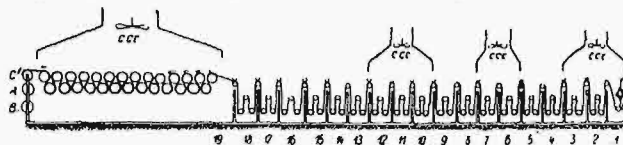
Skoagulowana i utrwalona w kwaśnej kąpeli taśma zostaje wypłukana z kwasu, który wynosi z kąpeli, po czym przechodzi do kadzi desulfuracyjnych, gdzie zostaje usunięta siarka. Proces desulfuracji odbywa się za pomocą tych samych płynów, co dla jedwabiu. Po usunięciu siarki taśma staje się przezroczystą. Następnie przechodzi ona do dalszych płuczek, usuwających resztki kąpeli desulfuracyjnej, stąd zaś do innych kadzi, w których bieli się ją przy pomocy rozcieńzonego roztworu podchlorynu sodowego. Po ponownym przemyciu można wprowadzać taśmę dla usunięcia śladów podchlorynu, niebezpiecznych dla folii, do kąpeli z roztworem tiosiarczanu sodu. Dalej taśma idzie przez płuczki oraz, w razie potrzeby, przez kadzie wypełnione roztworem barwnika (dla folii kolorowej) do roztworu gliceryny. Gliceryna nadaje folii miękkość w dotyku i odgrywa ważną rolę przy suszeniu taśmy. Taśma, suszona bez uprzedniego nasycenia jej gliceryną, byłaby zbyt krucha i sztywna. Gliceryna, jako prawie nielotna, pozostaje w folii po jej wysuszeniu. Jako substancja higroskopijna, gliceryna utrzymuje pewną zawartość wilgoci w folii, nadając jej tym rozciągliwość i miękkość. Zawartość gliceryny w folii, w zależności od jej przeznaczenia, wynosi od 10 do 20%.

Po opuszczeniu kąpeli glicerynowej taśma jest już zupełnie wykończona i przechodzi do suszarni, gdzie kończy się proces fabrykacyjny.

Jak wynika z powyższego, chemiczny proces utrwalania i uszlachetniania folii podobny jest do odpowiednich procesów dla jedwabiu. Mechanicznie natomiast fabrykacja folii jest o wiele prostsza, niż fabrykacja jedwabiu, gdy bowiem fabrykacja jedwabiu sztucznego idzie etapami, przy czym każdej kąpeli odpowiada osobna operacja, względnie półprodukty przechodzą z oddziału do oddziału dla dalszej przeróbki, uszlachetnianie folii odbywa się w sposób ciągły na jednej maszynie,

która wiskożę przerabia od razu na gotowy produkt.

Rys. 7 przedstawia schematycznie całą maszynę do wyrobu folii. Ogólna ilość kadzi jednakowej konstrukcji wynosi od 12 do 20. Kadzie te mogą być drewniane lub żeliwne; w razie potrzeby wyklada się je materiałem, odpornym na za-



Rys. 7. Schemat maszyny do wytwarzania folii.

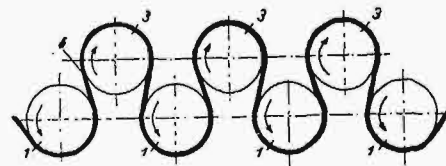
(Eggert: Filmgebilde, — str. 133, rys. 67).

warty w kadzi płyn. Kadzie dla kąpeli koagulacyjnych wyklada się ołowiem; kadzie desulfuracyjne zwykle bywają żelazne; kadzie farbiarskie bywają niekiedy wykladane blachą miedzianą. Taśma przeprowadzana jest przez kadzie przy pomocy napędzanych wałków, których schematyczne rozmieszczenie uwidocznione jest na rys. 4.

Płyny, służące do traktowania folii, stopniowo się wyczerpują. Wzmacnianie ich odbywa się w zbiornikach, połączonych z kadziami maszyn rurami. Za pomocą pomp kąpiele utrzymywane są w stałym obiegu pomiędzy zbiornikami a kadziami. Na przejściach taśmy z kąpeli do płuczek wodnych i z płuczek wodnych do kąpeli uszlachetniających, nadmiar płynu zostaje z taśmy wyciśnięty przy pomocy wyżymaczek, składających się z pary wałków.

Ponieważ podczas koagulacji i utrwalania oraz przy desulfurowaniu i bieleniu taśmy następuje silne wydzielanie się szkodliwych gazów, kadzie z tymi kąpielami osłonięte są okapami, które z kolei połączone są przewodami z wentylatorami wyciągowymi (por. rys. 7).

Suszarnia maszyny (rys. 8), ustawiona również szeregowo za ostatnią kadzią, składa się z szeregu bębnow metalowych, o średnicy 300—500 mm, ogrzewanych wewnątrz wodą gorącą lub parą. Bębny dolne obracają się w przeciwnym kierunku niż górne, taśma zaś oplata ok. $\frac{3}{4}$ obwodu każdego bębna. Odległości między poszczególnymi bębnami są możliwie jak najmniejsze, wystarczające zaledwie na przeciągnięcie świeżo nawlekaney taśmy przy uruchamianiu maszyny; to też podczas suszenia bębny mocno przytrzymują taśmę, towarzyszący zaś procesowi suszenia skurcz taśmy zostaje utrudniony. Dzięki temu ta-



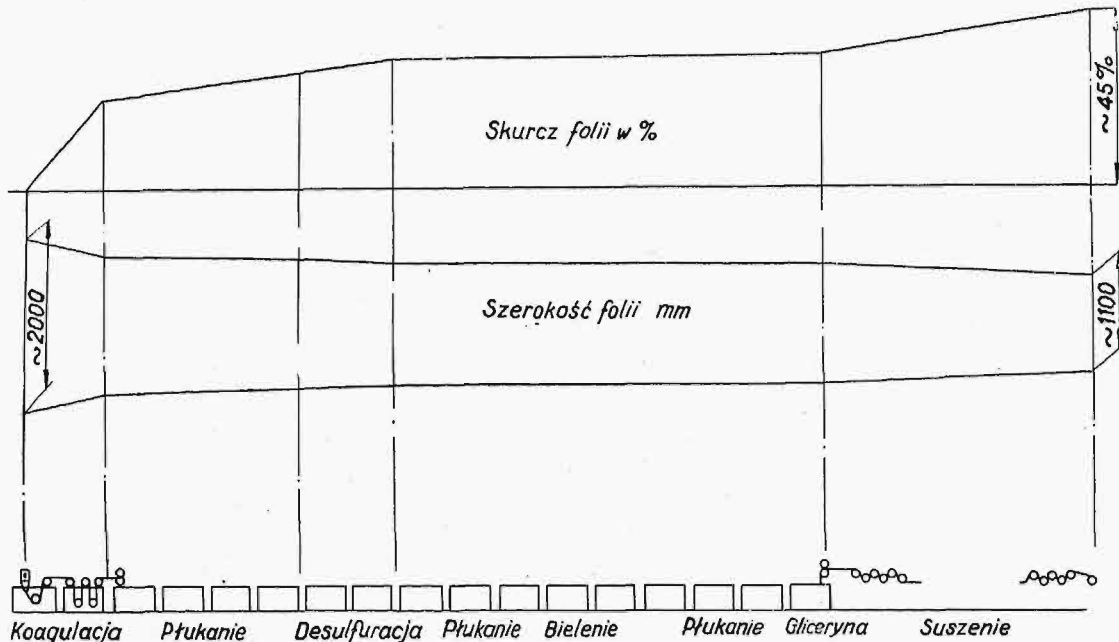
Rys. 8. Schemat suszarni.

(Eggert: Filmgebilde, — str. 80, rys. 276).

śma prasuje się i wygładza na wypolerowanej powierzchni bębnow suszarni. Cała suszarnia osłonięta jest przykrywą blaszaną, wewnątrz zaś pod bębnami umieszczone bywają wentylatory i grzejniki do podgrzewania powietrza, które krąży naokoło suszącej się taśmy, przyspieszając odparo-

wanie zawartej w niej wody. Kurczenie się następuje podczas koagulacji, utrwalania, desulfuracji i suszenia — zarówno w kierunku poprzecznym, jak i podłużnym. Poprzeczny skurcz taśmy przy poszczególnych operacjach podaje załączony wykres (rys. 9). Skurcze bywają większe lub

zbyt grubą warstwą, koagulacja więc byłaby bardzo utrudniona. W celu otrzymania folii grubszej, skleja się zazwyczaj dwie, trzy, a niekiedy więcej taśm cieńszych, otrzymując jedną o odpowiedniej grubości. Klejenie odbywa się na maszynie, na której poszczególne taśmy powlekane są przezroczyстым



Rys. 9. Poprzeczny skurcz taśmy w procesie wytwarzania folii.

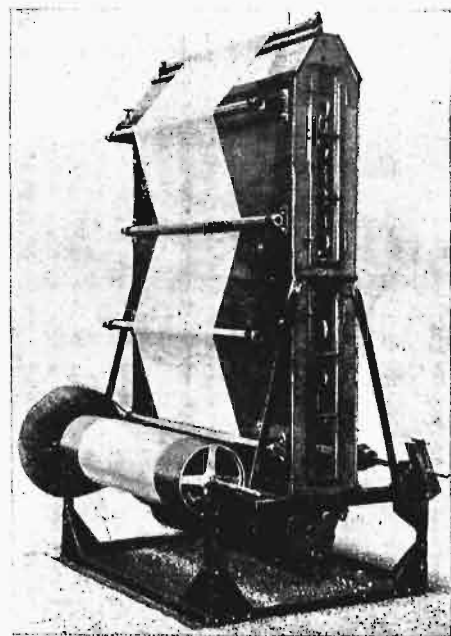
mniej, zależnie od składu poszczególnych kąpieli i szybkości posuwania się taśmy. Dla uwzględnienia skurczu podłużnego nadaje się wałkom poszczególnych grup kadzi i bębnom suszarni różne szybkości obrotowe. Bębny suszarni, których ogólna ilość waha się od 30 do 80, łączy się w sekcje po kilka lub kilkanaście sztuk, które napędza się za pośrednictwem chwyzozmianów, po jednym dla każdej sekcji. W ogóle odpowiednie wyregulowanie temperatury suszenia oraz szybkości obrotowej bębnowej jest dla otrzymania gładkiej i niepoślizganej taśmy sprawą niezwykle ważną.

Przy wyjściu taśmy z suszarni zostaje ona zwinięta w rolę.

Wydażność maszyny zależna jest od jej długości (ilość kadzi i bębnowej suszarni), gdyż przy większej długości można pracować z większą szybkością. Wymaga to jednak umiejętnego dobrania szybkości taśmy dla poszczególnych etapów procesu produkcyjnego, a zatem odpowiedniej konstrukcji napędu. Napęd maszyny do wyrobu folii bywa albo jednosilnikowy, albo wielosilnikowy. W pierwszym wypadku do napędu całej maszyny służy jeden duży silnik, stopniowanie zaś szybkości poszczególnych grup kadzi lub wałków suszarni odbywa się przy pomocy chwyzozmianów. Drugi sposób regulacji szybkości jest elektryczny: zamiast dużego silnika i chwyzozmianów, każda grupa szybkości posiada własny sterowany silnik elektryczny prądu stałego.

Folię można produkować bezpośrednio jedynie do pewnej grubości, nie przekraczającej zazwyczaj 0,06 mm ok. 90 g/m²). Przy produkowaniu folii większej grubości, wiskożę należałoby wylewać

klejem i przeprowadzane między wałkami, odciskającymi nadmiar kleju oraz prasującymi taśmę w jedną, po czym otrzymaną grubą taśmę suszy się



Rys. 10. Maszyna do impregnowania.
(Halama; Kunststoffe 25 (1935) — str. 65, rys. 1)

na suszarni takiej samej, jak opisana wyżej. Powtarzając kilkakrotnie powyższą operację, można otrzymać taśmy grubości od 0,1 do 2 mm.

Zwykła przezroczysta folia jest hygroskopijna, nie nadaje się zatem do opakowania niektórych przed-

miotów, bardzo wrażliwych na wilgoć: w tym wypadku używa się folii impregnowanej. Impregnacja polega na pokrywaniu folii cieniutką warstwą specjalnego lakieru wodoodpornego, który musi mieć podobne własności mechaniczne, jak powleka-na folia, prócz tego musi być przezroczysty i dobrze do niej przylegać. Zazwyczaj używa się do tego celu lakierów na podstawie pochodnych celulozy. Impregnowanie folii odbywa się na maszynie, w której taśma zostaje przeciągnięta przez lakier, po czym nadmiar płynu zostaje zdjęty aż do cieniutkiej warstwy, równomiernie rozłożonej na obu powierzchniach taśmy. Wreszcie taśma zostaje wysuszona i zwinięta w rolę. Rys. 10 przedstawia maszynę do impregnowania folii.

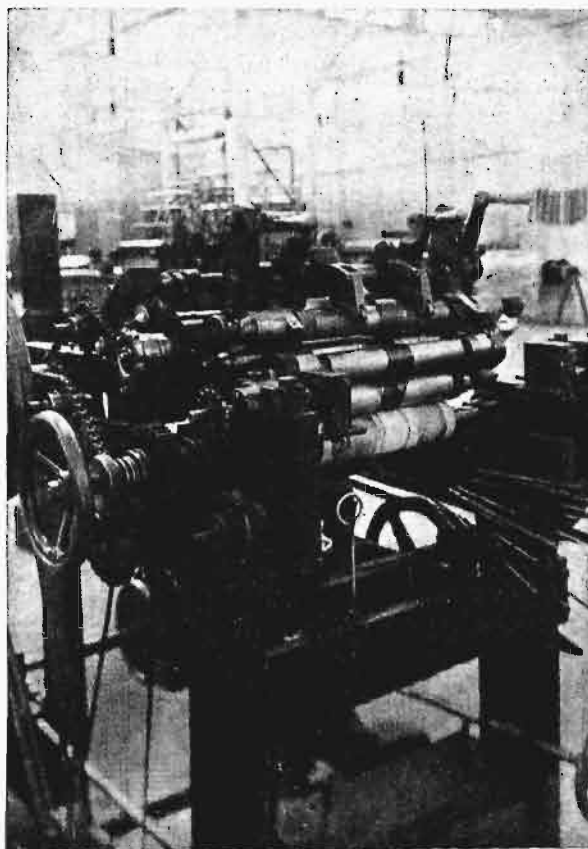
Folię kraje się na arkusze lub taśmy o różnej szerokości i długości. Taśmy nawijane są na role. Taśmy bardzo wąskie, np. o szerokości 0,5—1 mm, stanowią „słomkę krajaną”, której używa się do wyrobu kapeluszy oraz do osiągnięcia efektów w tkactwie. Rys. 11 przedstawia krajane „słomki”.

Folia wiskozowa używana jest do najrozmaitszych celów, przeważnie do opakowań, przy czym przezroczystość i połysk wpływają dodatnio na wygląd opakowanego przedmiotu. Poza tym nie przepuszcza ona bakterij, co ma wielkie znaczenie higieniczne przy produktach spożywczych. Za pomocą folii zamyka się słoiki z konfiturami, marynatami i t. p. Nadaje się ona również na ochraniacze dla konserwacji futer i okryć przed molami, pozwalając jednocześnie na obserwację opakowanego w nią okrycia, bez potrzeby odwijania. Różnorodnie zastosowania znajduje folia w introligatorstwie i drukarstwie; daje się ona dobrze drukować lub wytłaczać, dzięki czemu osiąga się najrozmaitsze efekty. Folia używana bywa również dla ochraniań towarów, zwłaszcza produktów spożywczych przed kurzem i owadami. Używać jej można także do wypieku ciasta, wykładając nią formę do pieczenia, zamiast smarowania formy tłuszczem. Żółtą folię można stosować dla pokrywania reflektorów pojazdów mechanicznych podczas mgły. Odpadki bezbarwnej i kolorowej folii, pocięte w długie, wąskie paseczki, służą zamiast wiórów do wypełniania pustych miejsc przy pakowaniu różnych produktów do skrzyń i t. p. Folia posiekana na drobne ścinki szerokości 0,1—0,25 mm i odpowiedniej długości stosowana jest, jako domieszka, do przerabianych w przedziałniach włókien, celem uzyskania w tkaninach specjalnych efektów.

Ciężar właściwy folii wynosi około 1,5. W normalnych warunkach atmosferycznych folia wchłania około 10% wilgoci. Przy zanurzeniu w wodzie pęcznieje, zwiększa się przy tym jej rozciągliwość, zmniejsza zaś wytrzymałość. Zaletę folii celulozowej, w porównaniu do celulozoidu, stanowi okoliczność, że nie ma ona własności wybuchowych i nie jest bardziej palna, niż zwykły papier. Najczęściej używa się folii przezroczystej grubości 0,02—0,03—0,04 mm, co odpowiada ciężarowi 30, 40, 60 g/m².

Ponieważ folia znajduje główne zastosowanie jako opakowanie, jest rzeczą zrozumiałą, że odbiorcy stawiają wysokie wymagania pod względem wytrzymałości na rozierwanie. Folia uszkadzona lub naderwana przez krawędzie opakowanego przedmiotu pęka i jest niezdatna do użytku. Przy okre-

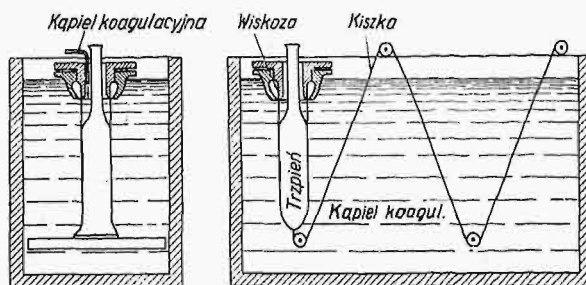
ślaniu wytrzymałości i rozciągliwości folii odróżnia się wartości wzdłuż i w poprzek taśmy. Różnica ta powstaje na skutek wyciągania taśmy w kierunku ruchu maszyny, co powoduje w pewnym stopniu zorientowanie micel w tym kierunku. Towarzyszy temu kurczenie się taśmy w kierunku poprzecznym.



Rys. 11. Krajanie folii na „słomkę”.
(Halama: Kunststoffe 25 (1935) — str. 68, rys. 10).

W gotowym produkcie kierunek podłużny zaznaczony jest przez lekkie prążkowanie. Zrozumiałe jest, że wytrzymałość jest większa w kierunku podłużnym, rozciągliwość w poprzecznym.

Prócz wytrzymałości na rozierwanie, bada się również wytrzymałość folii na przebicie pod działaniem ciśnienia, przy czym określa się także od-



Rys. 12. Schemat urządzenia do wyrobu sztucznych jelit.
(Wg patentu firmy Kalle).

kształcenie (wybrzuszenie) próbki w chwili przebicia.

Duże podobieństwo do procesu wytwarzania folii wykazuje proces wytwarzania z wiskozoz sztucznych jelit dla celów wędliniarskich. Sztuczne jeli-

ta można wprawdzie otrzymywać przez sklejanie pasków folii, jednak tego rodzaju produkt nadaje się tylko do tych wyrobów masarskich, które nie wymagają gotowania. Przy gotowaniu bowiem brzo gi sklezione rozchodzą się. Dlatego też konieczne jest otrzymywanie z wiskozy bezpośrednio tworów o postaci rur, do czego służą dysze o kolistej szczelinie. Schemat urządzenia do wywarzania jelit wyobrażony jest na rys. 12. Powstające jelito pro-

wadzi się za pomocą ruchomych walców przez kadzie z wodą i kąpielami uszlachetniającymi.

Należy wreszcie wspomnieć, jako o produkcji pokrewnym, o kapslach wiskozowych. Wytwarza się je przez zanurzenie w wiskozie odpowiednich form szklanych i utrwalanie na nich oraz wykończenie osiadłej błonki, zdejmowanej wreszcie z formy w postaci kapsla.

Dr. J. PIEKALIKIEWICZ, „Chodaków” Sp. Akc.

677.16

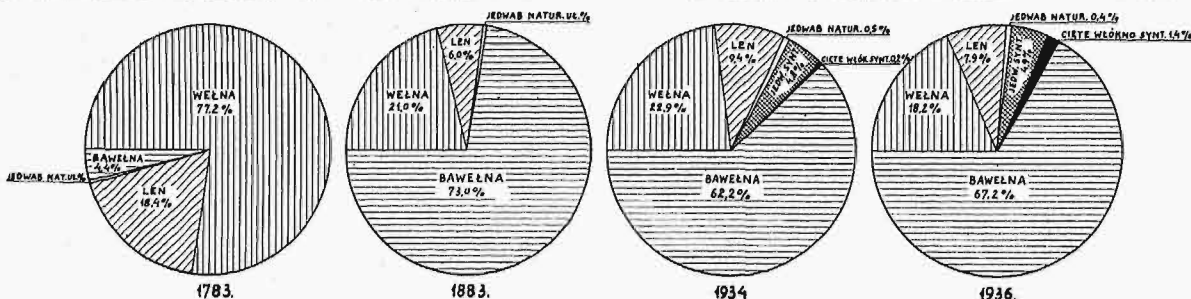
Rozwój produkcji sztucznych włókien

Warunki gospodarcze i stan techniki określają rozmiar i sposób zaspokajania potrzeb ludności. Skóry zabitych dzikich zwierząt, służące jako ubranie pierwotnemu człowiekowi, z biegiem czasu zostały zastąpione przez tkaniny z lnu, wełny i jedwabiu naturalnego, nie tak dawno z bawełny, a w ostatnich czasach w coraz większym stopniu z włókien sztucznych.

Zmiany zasze w ciągu ostatnich lat 150 w znaczeniu poszczególnych surowców włókienniczych, zużytkowywanych w Europie i Ameryce na wyrób tkanin, charakteryzuje poniższy wykres:

niż w roku 1883. Zjawia się nowy surowiec włókienniczy: sztuczny jedwab (4,8%) i cięte włókno sztuczne (0,2%). Różnice dla lat 1934 i 1936 w pewnej mierze pochodzą z różnic źródła danych. Główną cechą tego krótkiego, bo zaledwie dwuletniego okresu, jest ogromne względne zwiększenie ciętych włókien sztucznych z 0,2% do 1,4% ogólnego zużycia surowców włókienniczych.

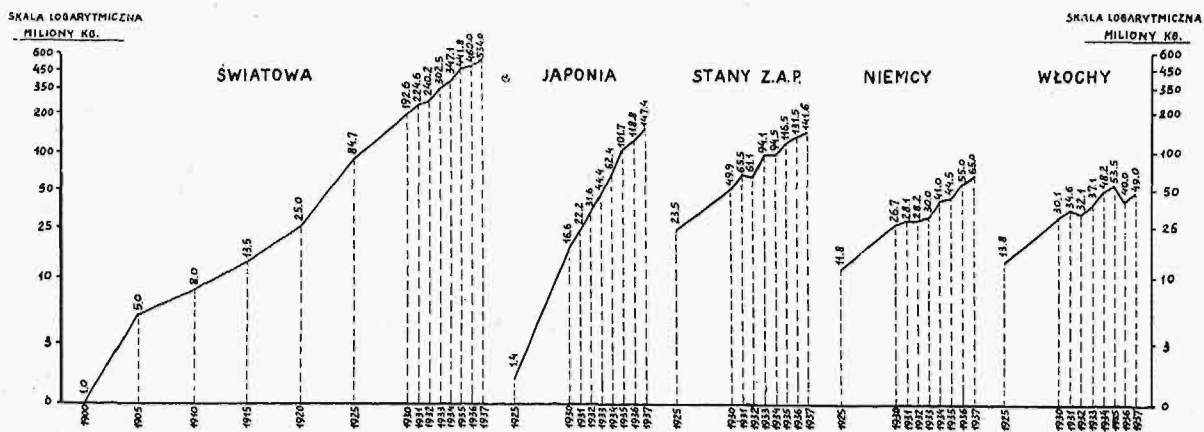
O ile XIX stulecie możemy scharakteryzować jako zwycięski pochod bawełny, to wiek XX będzie prawdopodobnie zwycięskim pochodem sztucznych włókien.



Rys. 1. Światowe spożycie różnego rodzaju włókien w procentach w latach 1783 do 1936.

W końcu XVIII stulecia głównym surowcem włókienniczym była wełna, następnie len, znaczenie zaś

Rozwój produkcji jedwabiu sztucznego przedstawia nam następujący wykres:



Rys. 2. Rozwój produkcji sztucznego jedwabiu w latach 1900—1937.

bawełny było całkiem niewielkie (4,4% ogólnego spożycia). W ciągu 100 lat następuje zasadniczy przełom: miejsce wełny zajmuje bawełna, wełna zaś przechodzi na drugie miejsce. W roku 1934 bawełna zachowuje swe dominujące stanowisko, chociaż odsetek jej zużycia jest już znacznie niższy,

W 1900 roku światowa produkcja jedwabiu sztucznego wynosiła zaledwie 1 milion kg, w 1910 r. — 8 milionów, w 1920 r. — 25 milionów. Aż do ostatniego roku, i to nawet w okresie ostrego kryzysu, produkcja jedwabiu sztucznego stale rośnie; w ostatnich latach tempo wzrostu jest mniejsze, co

w znacznej mierze jest spowodowane szybkim wzrostem innego rodzaju włókien sztucznych, a mianowicie sztucznego włókna ciętego.

Do 1936 r. największym producentem jedwabiu sztucznego były Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, w ostatnim zaś roku, 1937, na czoło producentów jedwabiu sztucznego wysunęła się Japonia. Japonia nie należała do pionierów w rozwoju jedwabiu sztucznego; jeszcze w 1925 roku produkcja Japonii wynosiła 1,4 mil. kg, wówczas gdy produkcja w tymże roku Stanów Zjednoczonych A. P. wynosiła 23,5 mil. kg, Italii — 13,8 i Niemiec — 11,8 mil. kg. W następnych jednak latach wzrost produkcji był nadzwyczaj silny i dziś Japonia jest największym producentem, a przy tym o tak niskich kosztach produkcji, że inne państwa nie mogą z nią konkurować na wolnych rynkach.

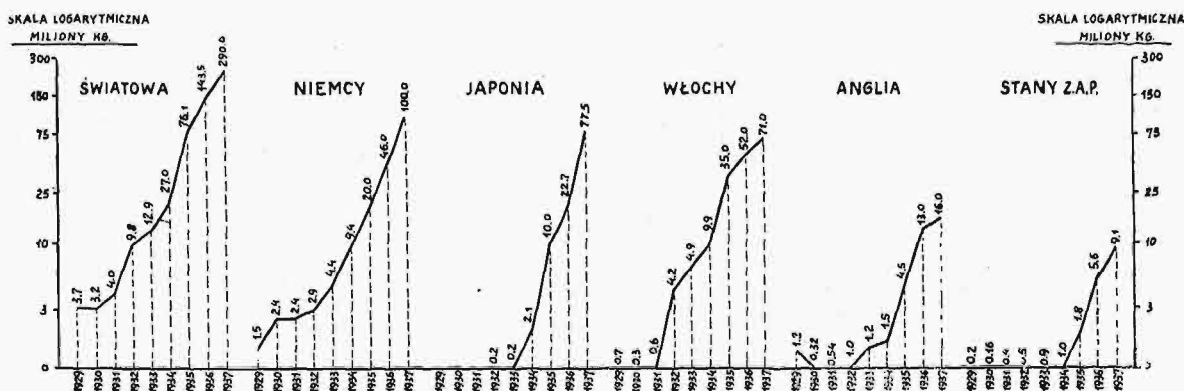
Rozwój produkcji ciętego włókna syntetycznego charakteryzuje nam następujący wykres (rys. 3).

kazuje rok 1934, w którym jego produkcja, w porównaniu z rokiem poprzednim, prawie że się potroiła, a następnie rok 1937, w którym produkcja przeszła podwoiła się, zwiększając się o 146,5 mil. kg.

Pierwsze miejsce wśród producentów sztucznego włókna ciętego zajmują Niemcy; ich udział w produkcji światowej 1937 r. wynosił 34,5%. W ciągu roku 1937 produkcja Niemiec wzrosła o 54 mil. kg. Drugie miejsce wśród światowych producentów sztucznego włókna ciętego zajmuje Japonia, która w 1937 r. potroiła swą produkcję, zwiększając ją o 54,8 mil. kg. Zwraca uwagę, że produkcja sztucznego włókna ciętego szybko się rozwija również w Anglii i w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Jakie przyczyny wpłynęły na tak oszałamiający rozwój sztucznych włókien?

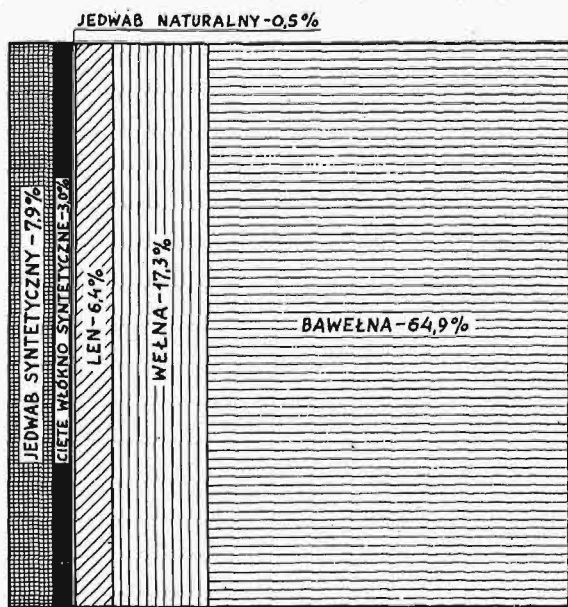
Przede wszystkim na rozwój produkcji jedwabiu



Rys. 3. Rozwój produkcji ciętego włókna syntetycznego w latach 1929—1937.

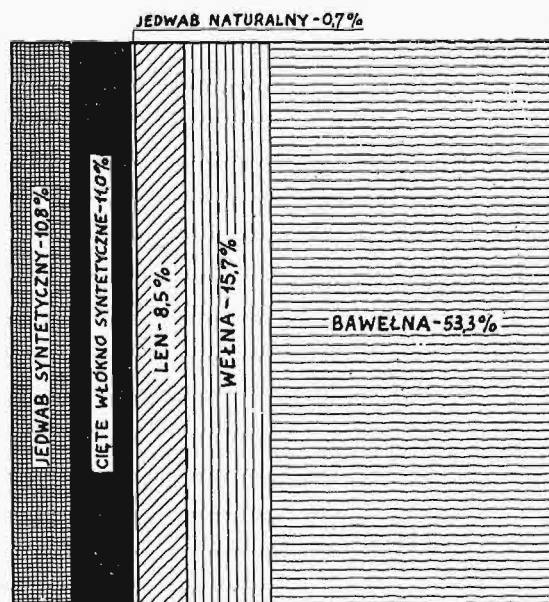
Sztuczne włókno cięte, nawet w porównaniu z jedwabiem sztucznym, jest artykułem zupełnie nowym. W 1930 r. światowa produkcja jedwabiu

sztucznego i w mniejszym stopniu na rozwój produkcji sztucznych włókien ciętych wpłynęły techniczne właściwości tych włókien. Jedwab sztucz-



1934.

Rys. 4 i 5. Zużycie przemysłowe surowców włókienniczych w Niemczech w latach 1934 i 1936.



1936.

Rys. 5.

sztucznego wynosiła 192,6 mil. kg, a sztucznego włókna ciętego — 3,2 mil. Względnie najsilniejszy wzrost produkcji sztucznego włókna ciętego wy-

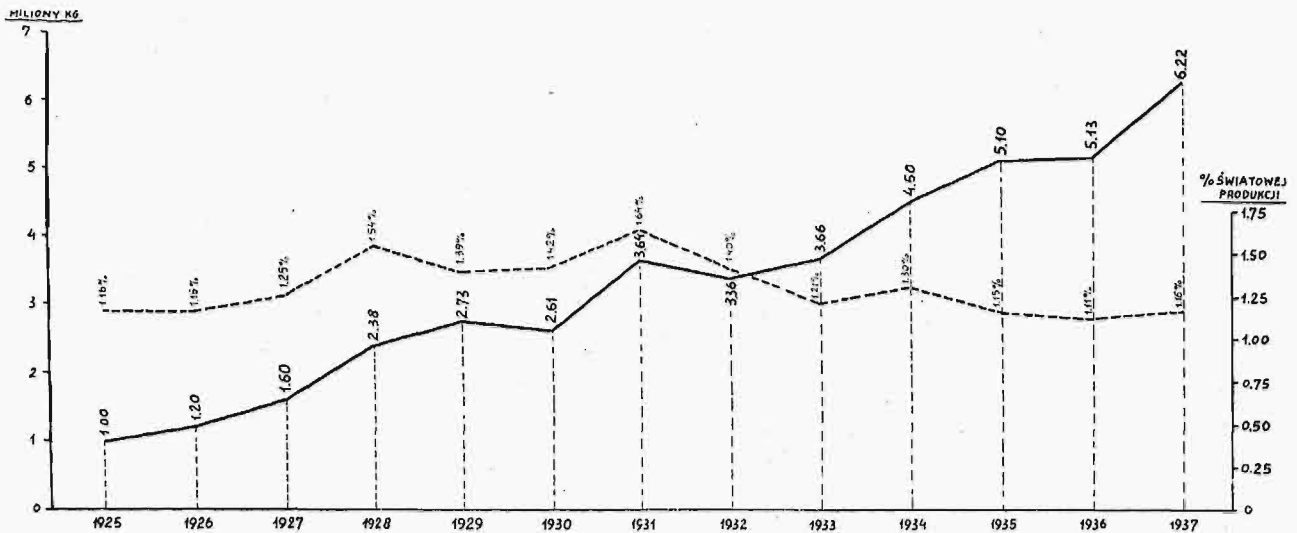
ny daje przędzę zbliżoną do jedwabiu naturalnego, stąd też pochodzi jego nazwa — jedwab sztuczny, która dziś coprawda w wielu państwach, jak Stany

Zjedn. Ameryki Półn., Anglia, Francja, Italia została zastąpiona przez nazwę specjalną; angielską i włoską „rayon” i francuską — „rayonne”. Tkaniny i pończochy z jedwabiu sztucznego są trudne do odróżnienia od tkanin i pończoch z jedwabiu naturalnego, zdobyły nowe szerokie warstwy konsumentów, pozwoliły na demokratyzację zbytku. Produkcja sztucznych włókien, jako produkcja chemiczna, nie zależy w takim stopniu od warunków przyrodniczych jak produkcja naturalnych surowców włókienniczych, bawełny i wełny. Dlatego też

życia surowców włókienniczych, wełny z 17,3% do 15,7%, a natomiast zwiększyć znaczenie jedwabiu sztucznego z 7,9% do 10,8% i ciętych włókien sztucznych z 3% do 11%, razem względne znaczenie włókien sztucznych, wynoszące w 1934 r. — 10,9%, w 1936 r. wynosiło — 21,8%.

Rozwój produkcji sztucznego jedwabiu w Polsce przedstawia rys. 6.

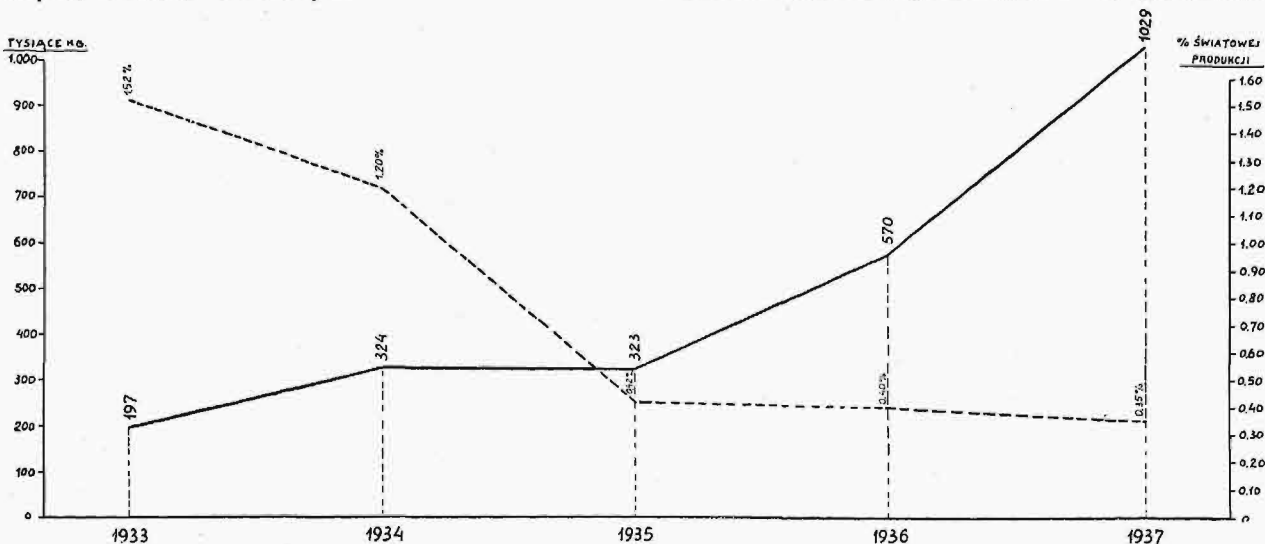
Ogólna produkcja jedwabiu sztucznego w Polsce wykazuje stały wzrost, niewielkie zmniejszenie w porównaniu z latami poprzednimi mamy tylko w la-



Rys. 6. Rozwój produkcji sztucznego jedwabiu w Polsce w latach 1925—1937.

państwa europejskie, dążące do autarchii, zwróciły szczególną uwagę na rozwój produkcji sztucznych włókien, przede wszystkim zaś sztucznych włókien ciętych, jako włókna zastępczego dla bawełny, a nawet wełny; wobec jednak wyższej ceny sztucznych włókien ciętych od ceny bawełny, stosuje się przymusową domieszkę włókien ciętych do tkanin bawełnianych, a nawet wełnianych.

tach 1930 i 1932. Do roku 1931 stosunek naszej produkcji jedwabiu sztucznego do produkcji światowej miał pewną tendencję wzrostu, w ostatnich latach tendencję zniżkową, która ulega nieznacznemu przełamaniu w roku 1937. W najlepszym dla nas roku 1931 nasza produkcja sztucznego jedwabiu wynosiła 1,64% produkcji światowej, jesteśmy więc w skali światowej kopciuszkiem w tej dziedzinie.



Rys. 7. Rozwój produkcji ciętego włókna syntetycznego w Polsce od 1933 do 1937 r.

Przykładem, jak w ciągu krótkiego czasu może się zmienić znaczenie poszczególnych surowców włókienniczych, mogą być Niemcy, jak to widzimy z rys. 4 i 5 na str. 481.

W ciągu dwóch lat Niemcy potrafiły zmniejszyć znaczenie bawełny z 64,9% do 53,3% ogólnego spo-

Rozwój produkcji włókna ciętego w Polsce podaje nam powyższy wykres (rys. 7).

Wzrost produkcji sztucznego włókna ciętego jest dość znaczny, jednakże i w tej dziedzinie idziemy w tempie daleko wolniejszym niż produkcja światowa, nie mówiąc już o czołowych państwach:

w roku 1933 nasza produkcja w stosunku do światowej wynosiła 1,52%, a w roku 1937 — 0,35%.

Zagadnienie rozwoju produkcji sztucznych włókien w Polsce ma dużą doniosłość i szerokie możliwości. W 1937 r. przywóz ogólny Polski wynosił 1254,3 mil. złotych, z tego na surowce włókiennicze i wyroby z nich przypada 347,8 mil. złotych, to jest 27,7% ogólnego przywozu, z czego przywieźliśmy bawełny surowej za 132,8 mil. złotych, a wełny pranej i niepranej za 78,6 mil. złotych. W 1938 r., zgodnie z porozumieniem zawar-

tym pomiędzy przemysłem bawełnianym a przemysłem włókien ciętych, przemysł bawełniany zobowiązał się do kupna 4,1 mil. kg sztucznych włókien ciętych (Chostry i Textry). W następnych latach należy dążyć do większego spożycia jedwabiu sztucznego oraz sztucznego włókna ciętego tak w przemyśle bawełnianym, jak i w przemyśle wełnianym. Przemysł sztucznych włókien w Polsce jest do tego technicznie i finansowo przygotowany.

KRONIKA PRZEMYSŁOWA

Stan obecny elektryfikacji Palestyny.

Palestyna jeszcze w r. 1923 posiadała zaledwie kilka małych elektrowni prywatnych w większych hotelach, kinach; były to elektrownie przeznaczone wyłącznie do własnego użytku, z wyjątkiem niewielkiego przedsiębiorstwa dostarczającego małych ilości energii elektrycznej do publicznego użytku. Była to elektrownia, założona jeszcze w Palestynie za rządów tureckich. W obecnej chwili na terenie Palestyny działają dwa towarzystwa elektryfikacyjne: Electric and Public Service Corporation, które przejęło dawną koncesję turecką i posiada uprawnienia na dostarczanie energii elektrycznej w promieniu 20 km dokoła kościoła Grobu Chrystusa; natomiast towarzystwo Palestine Electric Corporation posiada koncesję na elektryfikację reszty terytorium palestyńskiego. To ostatnie dąży również do elektryfikacji w przyszłości Transjordanii.

Koncesja jerozolimską udzieloną została towarzystwu Electric and Public Service Corporation w r. 1928 na okres 44 lat. Posiada ono w chwili obecnej 13 234 odbiorców prądu, którego w r. 1937 dostarczyła w ilości 4 867 000 kWh. Energię dostarczają wyłącznie silniki *Diesela*, których centrala posiada cztery po 450 KM, trzy po 850 KM i jeden o mocy 3130 KM.

Wytwarzany prąd posiada napięcie 6 600 V, a przesyłany jest do miejsca odbioru przewodami prawie wyłącznie podziemnymi o napięciu 380—220 V; przewodom podziemnym dano pierwszeństwo, aby nie psuć charakteru ulic świętego miasta.

Starsze od pierwszego towarzystwo Palestine Electric Corporation posiada koncesję na eksploatację sił wodnych Jordanu na okres 70 lat.

Powstało ono w r. 1923 i niezwłocznie uruchomiło dwie małe elektrownie z silnikami *Diesela* w Jaffie i Haifie i przystąpiło jednocześnie do budowy zakładu hydroelektrycznego na Jordanie. Podstawowym naturalnym zbiornikiem wody dla tego zakładu jest jezioro Tyberiadzkie. Ponieważ jednak poziomu wody jeziora nie można było podnieść ze względu na znajdujące się tuż nad jeziorem miasteczko Tyberiadę, pogłębiono koryto Jordanu poniżej jeziora i w ten sposób uzyskano pożądaną spadek.

Poza tym w odległości 10 km poniżej jeziora Tyberiadzkiego i dopływu Jordanu Jarmuk zbudowano zaporę wodną i w ten sposób utworzono drugi zbiornik o powierzchni 2 km². Znajdujące się na Jordanie przy tej zaporze w Jirs-el-Mujamieh elektrownia wodna posiada cztery turbo-zespoły o łącznej mocy 8 500 KM, a zakłady elektryczne na Jordanie rozporządzają mocą 18 000 kW. Projektowana jest jeszcze budowa centrali poniżej Jiw-el-Mujamieh. Obok wymienionych zakładów wodnych towarzystwo to zbudowało w Haifie elektrownię parową o mocy 30 000 kW, a w Tel-Aviv — o mocy 24 000 kW. Elektrownie z silnikami *Diesela* w Tyberiadzie,

Haifie, Tel-Aviv posiadają łączną moc 5 000 kW. Obecnie Palestyna posiada 881 km linii przesyłowych naziemnych i 112 km kabli podziemnych wysokiego napięcia oraz 959 km linii niskiego napięcia. W 1937 r. wszystkie elektrownie dostarczyły 6 537 odbiorcom prądu 90 000 000 kWh. Z tej ilości więcej niż połowa dostarczonej energii została zużyta do celów irygacyjnych, rozwijającego się w dalszym ciągu sadownictwa.

Należy przy tej okazji pamiętać, że chociaż Palestyna posiada przeciętnie 650 mm opadów atmosferycznych w ciągu roku, a więc mniej więcej tyle, ile wynosi średnia opadów w Polsce, a ilość ta jednak spada wyłącznie w ciągu czterech miesięcy zimowych. Bez irygacji więc uprawa ziemi w Palestynie jest zupełnie nie możliwa.

Wyrób w Polsce elektrycznych wag samoczynnych.

Odczuwając potrzebę na rynku krajowym wag, które pozwalająby na masowe, a jednocześnie dokładne i szybkie ważenie małych porcji materiałów sypkich, Fabryka Wag *Alfred Krzykowski i Sp.* w Warszawie uruchomiła produkcję takich wag.

Do napędu ich stosuje się prąd zredukowany przy pomocy transformatorów z sieci oświetleniowej. Napięcie zredukowane, w zależności od wielkości porcji i jakości materiału, waha się w granicach 4—20 V. Wielkości porcji od 5 g do 200 g. Szybkość ważenia od 6 do 20 porcji na minutę, a dokładność ważenia od 0,25% do 1%.

Kurs naukowy Zeiss'a w Jenie.

W roku bieżącym, podobnie jak w latach ubiegłych firma *Carl Zeiss* w Jenie urządza trzeci z kolei kurs naukowy.

Czterodniowy ten kurs (28.IX. — 1.X. 1938 r.) poświęcony będzie mikroskopii i metalografii (1 dzień), analizie spektralnej i fotometrii (1 dzień), oraz zagadnieniom pomiarów warsztatowych (1 dzień). Ostatni dzień będzie poświęcony pracy w laboratoriach.

Jako wykładowcy przewidziani są znani uczeni niemieccy, profesorowie i inżynierowie, jak: prof. dr. *Gerlach*, kierownik Instytutu Fizykalnego uniwersytetu monachijskiego, który będzie mówił o postępkach ilościowej analizy widmowej; wybitny metalurg, prof. dr. *Hanemann* z Berlina o wtórnej krystalizacji w żeliwie i badaniach metalograficznych stopów aluminiowych; prof. dr. *Berndt* z Drezna — o przyrządach pomiarowych warsztatowych. Znany pionier stosowania optyki dla celów technicznych i warsztatowych, prof. dr. *Köhler*, wygłosi odczyt o pożądanym powiększeniach mikroskopu. O nowych drogach metalografii w badaniach stali będzie mówił dr. *Diergarten* z Fabryki Łożysk Kulkowych w Schweinfurcie. Poza tym odczyty o zagadnieniach specjalnych analizy spektralnej wygłoszą: dr. *Balz* z Zakładów *Bosch'a* oraz prof. dr. *Lundegardh* z Upsali (Szwecja). Ciekawą prelekcję o obecnej definicji metra wygłosi dr. *Kösters*, dyrektor Państwowego Urzędu Fizykalno-Technicznego w Berlinie.

Prócz wykładów przewidziane są ćwiczenia w laboratoriach na przyrządach, oraz krótkie colloquium, podczas którego uczestnicy będą mogli wyjaśnić sobie cały szereg zagadnień ze swej dotychczasowej pracy warsztatowej i laboratoryjnej.

Informacje i zapisy w firmie *Carl Zeiss*, Jena lub w firmie inż. *Wł. Leśniewski*, Warszawa, Al. Niepodległości 210.

BIBLIOGRAFIA

Zmierzch czy odrodzenie liberalizmu. *F. Zweig*. „Przemiany”. Książnica-Atlas. Lwów-Warszawa. 1938.

Liberalizm jest pojęciem wieloznacznym, jak zresztą większość pojęć socjologicznych i dlatego dyskusje, które się toczą na temat liberalizmu czy antyliberalizmu, pozbawione solidnej podstawy pojęciowej, nie mogą prowadzić do jakiegoś uzgodnienia stanowisk i wyśrodkowania określonej linii działania zbiorowego. Ujawniają się w nich ciasne interesy drobnych grup społecznych, do których właśnie należą dyskutujący.

Dlatego powitać należy z uznaniem pojawienie się książki prof. *Ferdynanda Zweiga*, wydanej przez „Książnicę Atlas” w serii „Przemiany”, w której autor (na 310 stronicach) usiłuje sprecyzować treść tego wieloznacznego, a tak dzisiaj żywo dyskutowanego, pojęcia. Wyjaśnia stanowisko liberalizmu wobec: monopolów, rewolucji walutowej, przemian technicznych, gospodarki akcyjnej, fiskalizmu, porównuje liberalistyczny system społeczny z solidaryzmem, socjalizmem, korporacjonizmem i bada jego przydatność w rozwiązywaniu powikłań socjalnych.

Liberalizm pojmuje jednak autor tylko jako linię orientacyjną w organizowaniu życia społecznego. Liberalizm chce być, zdaniem autora, tylko orientacją, a nie kodeksem praw i zobowiązań, daje ogólny światopogląd w dziedzinie ustroju i ekonomii, nie chce zaś być „młynkiem chińskim”, zawierającym gotowe zaklęcia na wszystkie sytuacje. Określając w ten sposób swoje zadanie autor, niestety, osłabia własne stanowisko, jako teoretyka liberalizmu. Do napisania książki przystąpił chyba w tym celu, ażeby przez jasne sprecyzowanie stanowiska szkoły liberalnej skończyć z chaosem pojęciowym, który utrudnia w ogóle jakąś sensowną dyskusję na ten temat. I czyni to w szeregu rozdziałów swojej interesującej książki. W sprawie bilansu handlowego, polityki cen, reform społecznych, wysokości budżetu, charakteru akcji w przedsiębiorstwach akcyjnych i t. d., zajmuje wyraźne stanowisko. Potępia więc fetyszystyczne pojmowanie bilansu handlowego, wprowadza szersze i istotniejsze pojęcie „bilansu społecznego”, pod czym rozumie stosunek produkcji do konsumpcji, którego saldo wyraża ubytek kapitału, czyli pauperyzację kraju, lub mnożenie rezerw, czyli wznoszenie się na wyższy poziom produkcji. W sprawie gospodarki akcyjnej domaga się wyraźnie zdemokratyzowania akcji i ograniczenia możliwości koncentrowania całych pakietów akcji w ręku nielicznych jednostek; w sprawie fiskalizmu wypowiada się za 10% granicą obciążenia gospodarstwa świadczeniami publicznymi. Słusznie, gdyż tylko na gruncie konkretnie sprecyzowanego programu można dyskutować na temat ustroju społeczno-gospodarczego, którym ma być propagowany przez autora neoliberalizm. Czytelnik dzisiejszej prasy ma już dosyć ogólnikowych i niejasnych rozważań na tematy ustrojowo-gospodarcze, tych „zasłon dymnych” dla różnych znachorów społecznych, bierze się do książki, by właśnie w niej znaleźć dobrze pomyślane i niedwuznacznie sformułowane stanowisko. Nie przesadzajmy, jak to czyni *Zweig*, i nie identyfikujmy stanowiska z doktryną i nie ośmieszajmy jasności

pojęciowej i konkretności programowej przez porównanie z „młynkiem chińskim”.

„Myśl nie jest bezsilna — pisze w zakończeniu prof. *Zweig* — założona w odpowiednim punkcie i odpowiednim czasie staje się niejednokrotnie dźwignią historii”. Od siebie dodaję, że to musi być oczywiście myśl wyraźna. Mimo tych zastrzeżeń, podyktowanych dobrem sprawy, o którą walczy tak zwany neoliberalizm, omawiana tu książka zasługuje na przeczytanie. Powiedziałbym nawet, że jest pewnym wydarzeniem w naszym życiu społecznym, ponieważ przez wprowadzenie nowego, chociaż jeszcze niedostatecznie sprecyzowanego kierunku polityki społeczno-gospodarczej, rozszerza teren dyskusji i walk ideowych.

Bard.

Przegląd polskiego piśmiennictwa technicznego z dziedziny wytwarzania żelaza i stali oraz ich zastosowania w konstrukcjach. Nakład Poradni Stosowania Żelaza, Katowice, Lompy 14. Format A₄, 34 strony.

Ukazał się IV rocznik wydawnictwa za r. 1937. W porównaniu z poprzednimi rocznikami, tom obecny rozszerzono rozdziałem „STAL”, obejmującym artykuły z zakresu wytwarzania żelaza i stali. W pozostałych rozdziałach, jak mechanika i statyka, budownictwo inżynierskie, kolejnictwo, spawanie, korozja itp., uwzględniono literaturę dotyczącą zastosowania stali w konstrukcjach.

Całość utrzymana w przejrzystym układzie, stanowi pożyteczny materiał dla wszystkich interesujących się produkcją stali i wykonanymi z niej konstrukcjami.

Przegląd Piwowarsko-Stodowiczy, dwumiesięcznik, organ Związku Piwowarów w Polsce. Warszawa, ul. Odyńca 15 m. 8. Ukazały się już dwa numery czasopisma w r. b.: styczeń—luty i marzec—kwiecień. Czasopismo to do końca 1937 r. wychodziło w Poznaniu.

NEKROLOGIA

S. P. ALEKSANDER RINGMAN.

Inż. *Aleksander Ringman* zmarł 8 maja r. b. przeżywszy lat 55. Pochodził z Zagłębia Dąbrowskiego; od lat najmłodszych wzrastał w atmosferze konspiracji politycznej. Po ukończeniu szkoły realnej w Sosnowcu wstąpił na wydział mechaniczny Politechniki Warszawskiej, gdzie studiował do wybuchu strajku szkolnego.

Następnie bierze czynny udział w działalności organizacji bojowej Polskiej Partii Socjalistycznej na terenie Zagłębia, a uwięziony i wydalony z granic państwa rosyjskiego, kończy wydział budowy maszyn Politechniki Lwowskiej. Podczas pobytu we Lwowie, gdzie ogniskował się ówczesny polski ruch polityczny, odgrywa wybitną rolę w P. P. S., w Związku Walki Czynnej, należy do związku strzeleckiego.

Z chwilą wybuchu wojny zostaje wywieziony przez Rosjan w głąb Rosji, kładzie duże zasługi na polu opieki nad jeńcami Polakami oraz nad uchodźcami z Polski.

Po powrocie do kraju był członkiem misji, wysłanej przez Polskę do generała *Denikina*. Następnie pracuje w Narodowej Partii Robotniczej, a po wycofaniu się z polityki, poświęca cały swój zapał zagadnieniom ekonomicznym, publikując prace z tej dziedziny.

Był to jeden z tych rzadkich ludzi, którzy umiłowanej idei oddają cały swój zapał i wszystkie siły; w wyborze idei kierował się wyłącznie głębokim patriotyzmem oraz poczuciem sprawiedliwości.

Uczynny, ustępliwy w stosunkach z ludźmi, w obronie przekonani był twardy, prostolinijny, co narażało go wielokrotnie na przykrości. Będąc wrogiem karierowiczostwa, sam też nie zrobił kariery: w początkach swej służby urzędniczej piastował nawet stanowisko wyższe, niż ostatnio.

Posiadał Krzyż Niepodległości oraz krzyż oficerski Polski Odrodzonej.



Przez kilka lat ostatnich służył ze zwykłym sobie zapalem zagadnieniu obronności przemysłowej kraju, wygłaszał liczne odczyty dla sfer wojskowych.

Był to człowiek, który do końca dni swoich zachował młodzieńczość ducha, a także i młodzieńczość ciała, jako zapalony do chwili ostatniej taternik, narciarz, kajakowiec.

Osierocił żonę, wykładowczynię fizyki i matematyki w szkołach średnich, oraz syna.

Zmarły był członkiem Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie od roku 1923, biorąc żywy udział w działalności Koła b. wychowanków Politechniki Warszawskiej.

Ś. P. KLEMENS CZEMPIŃSKI

Nad ranem dnia 4 czerwca b. r. zmarł w Warszawie, po krótkich cierpieniach ś. p. inż. *Klemens Marian Czempinowski*, przysięgły rzecznik patentowy przy Urzędzie Patentowym R. P.

Urodzony 21 listopada 1871 r. w majątku Kołbiel pod Mińskiem Mazowieckim, z ojca Jana i matki Marii z Wójcickich, po ukończeniu Szkoły Realnej w Warszawie (na Zjeździe) Zmarły studiował chemię i budowę maszyn w Charlottenburgu i Dreźnie, należąc czynnie do chrześcijańsko-narodowych ugrupowań polskiej młodzieży zagranicą.

Rzucony, jako kornet zapasu gwardyjskiej konnicy na daleki Wschód podczas wojny rosyjsko-japońskiej, Zmarły zrzuceniem losu znalazł się w Szanghaju, gdzie przeznaczenie zetknęło Go z ludźmi o szerokich, światowych horyzontach myśli i zamierzeń, pod których wpływem rozpoczęła swą przyszłą działalność życiową.

Twardą początkową drogę życia w obranym zawodzie rzecznika patentowego Zmarły rozpoczął w Moskwie, a następnie otworzył w Petersburgu „Biuro Patentowe *K. Czempinowski*”, które w nagrodę za pracę i rzetelność dało Mu zadowolenie moralne, uznanie ogółu i powodzenie materialne.

Pomimo wytężonej pracy zawodowej, Zmarły znajdował czas i siły, by należeć do wszystkich narodowych organi-

zacji polskich w Petersburgu: Macierz Szkolna, Ognisko Polskie, Konny Oddział Sokoła, wreszcie do Społecznego Komitetu Finansowego, zorganizowanego przez patriotów dla pieniężnego poparcia Naczelnego Polskiego Komitetu Wojskowego, powołanego do życia przez Zjazd Polskich Wojskowych w Petersburgu w 1917 r. Komitet ten Zmarły szczerą ręką wspomagał i zasilal.

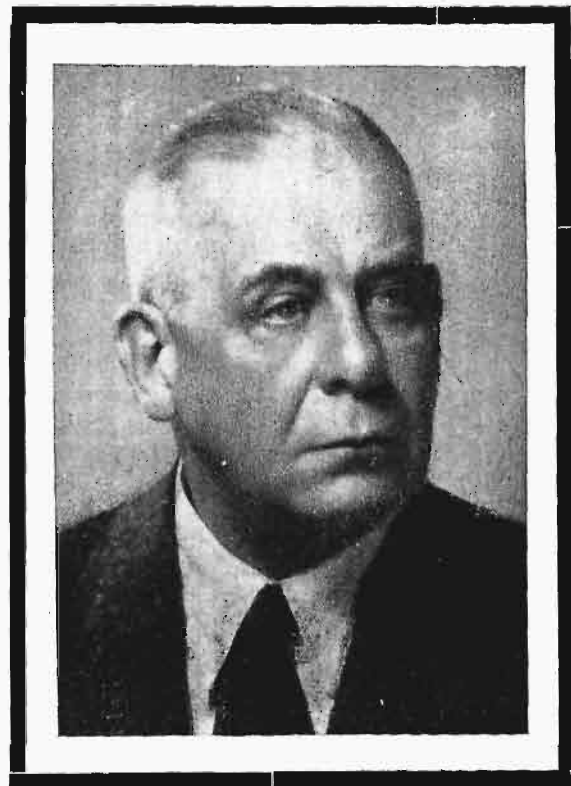
Kluczem do Jego serca i hojnej kasy przy ulicy Italiańskiej (adres biura) było czarownych kilka słów w języku polskim, wyrzeczonych przez pierwszy raz widzianego odwiedzającego. Kursowało wtedy w Petersburgu kilka opowieści o Zmarłym, choć anegdotycznych lecz prawdziwych.

Wracając w 1918 roku po rewolucji bolszewickiej do kraju, ogłolony z pieniędzy i dobytku, Zmarły, jako nieustrudzony organizator i opiekun słabszych, został przez pewien czas po ustąpieniu Niemców „komendantem” Pskowa, ratując swym wpływem polskich uchodźców na tym straszonym szlaku, znacznym nędzą i mogiłami.

Po przybyciu do Warszawy, borykając się początkowo z ciężkim losem, będącym udziałem wszystkich wracających do kraju po zawierusze bolszewickiej, Zmarły powrócił ponownie do swego zawodu, tworząc „Polskie Biuro Patentowe *Czempinowski i Skrzypkowski*”, prowadzone osobiście z wielkim talentem i właściwym Zmarłemu rozmachem do ostatniej niemal godziny Jego czynnego życia.

Zmarły chlubnie reprezentował imię Polski poza Jej granicami na wszystkich Zjazdach i Kongresach europejskich związanych z Jego zawodową działalnością.

Stale czynny społecznie Zmarły należał od kwietnia 1919 r. do Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie, w którym, jako członek Zarządu, piastował przez szeregi lat godność gospodarza klubu oraz był prezesem Zarządu, ideowym twórcą i szczodrym protektorem Przystani Letniej Siedziby S. T. P. nad Wisłą.



Nieubłagana śmierć przerwała zdobne w czyny twórcze życie Zmarłego, znamiennymi duchowymi cechami którego były: pogoda ducha, dar zjednywania sobie ludzi, oraz

umiejętność wzbudzania uczuć przyjaznych w każdym, z kim Go zetknęło przeznaczenie na drodze życia.

Czy to bowiem było na forum Stowarzyszenia, gdzie wokół kochanego Gospodarza, a przeważnie i amfitriona, kwitło w przyjaznej atmosferze życie klubowe i towarzyskie; czy to na terenie wewnętrznym wśród współpracowników biura, które Zmarły prowadził; czy to na najszerszej arenie zewnętrznej Jego światowej działalności zawodowej — wszędzie towarzyszyła Zmarłemu szczerą przyjaźń ludzka, zdobywana czarem ujmującego obejścia i szerokim pańskim gestem.

Również bowiem wybitnymi cechami Zmarłego, prócz uczynności, były Jego szczodrość i hojność. Nikt bowiem, czy to z niezamożniejszych kolegów czy z nieszczęśliwych uchodźców byłej Rosji, nie odszedł, używając metafory, głodny od Jego gościnnego stołu.

Umiał On żyć sam, oraz dawał i pomagał żyć innym. Tę wielką zaletę Zmarłego wysoko cenili wszyscy, od najbliższych przyjaciół poczynając do wiernej, starej służby Stowarzyszenia włącznie.

Wyraz tych uczuć przyjaznych, które poszły za Zmarłym i po tamtą stronę grobu, dały przemówienia wygłoszone nad Jego otwartą mogiłą przez kolegów i przyjaciół, z Prezesem Stowarzyszenia *W. Gąssowskim* na czele, do licznie zebranych na wołanie głosu serca w celu oddania Zmarłemu czci i ostatniego hołdu.

Zeszedł ze świata epigon polskiej szlachty w dużym, pięknym stylu!

Cześć Jego pamięci!

A. P.

ŻYCIE STOWARZYSZENIA

TECHNIKÓW POLSKICH w WARSZAWIE

Z SALI ODCZYTOWEJ

Dnia 20 maja b. r. dr. inż. *S. Pawlikowski* wygłosił odczyt p. t. „Organizacja ruchu i bezpieczeństwo komunikacji powietrznej”.

Prelegent po omówieniu danych statystycznych, odnoszących się do bezpieczeństwa ruchu przy różnego rodzaju komunikacji: okrętowej, kolejowej, samochodowej i lotniczej, podkreślił wysoki współczynnik bezpieczeństwa komunikacji powietrznej.

Jest on wprawdzie jeszcze mniejszy od współczynnika bezpieczeństwa komunikacji kolejowej, ale w miarę postępu

technicznego w budowie samolotów współczynnik bezpieczeństwa ulega z każdym rokiem dalszemu wzrostowi, a wypadki z powodu wadliwej konstrukcji samolotu są wyjątkowo rzadkie. Dziś właściwie jeszcze tylko czynniki atmosferyczne, jak mgła, obmarzanie samolotu (najgroźniejsze) przedstawiają pewne niebezpieczeństwo. Dzięki jednak daleko posuniętej organizacji ruchu komunikacji lotniczej, korzystaniu z radiogoniometrii zewnętrznej (lotnisk) i własnej oraz korzystaniu przez samolot z danych meteorologii przestrzennej, niepomyślnie czynniki atmosferyczne zostały prawie całkowicie przewyżczone przez samolot. Następnie Prelegent, po omówieniu różnego rodzaju przyrzędów pokładowych, zasad ich działania oraz urządzeń i wyposażenia lotnisk, przedstawił organizację ruchu i bezpieczeństwa komunikacji lotniczej w różnych krajach Europy i Stanach Zjedn. A. Półn.

Dnia 29 maja b. r. p. dyr. *E. Zeffert* wygłosił odczyt p. t. „Samolot jako środek penetracji i ekspansji”.

Prelegent omówił zalety komunikacji lotniczej, jej rozwój i ważniejsze szlaki światowej komunikacji lotniczej, ich charakter oraz przedstawił prace naszego lotnictwa komunikacyjnego, jego drogi, warunki rozwoju i zamierzenia na przyszłość.

Obecnie linie lotnicze opasują cały świat. Brak tylko jeszcze regularnej linii lotniczej Europa — Nowy Jork przez Atlantyk Północny.

Największa zaleta samolotu komunikacyjnego — to jego szybkość. Samolot np. drogę Anglia — Australia z 31 dni okretem skrócił do 7 dni.

Szlaki obsługiwane przez LOT są słabe ekonomicznie. Należało je organizować od podstaw, prace z tym związane mają charakter pionierski, a wyniki eksploatacji, mimo 10-letniego spóźnienia w rozwoju (od r. 1929) naszej komunikacji lotniczej, są pomyślne. Wzrost wpływów własnych zwiększył się o 400%.

Długość sieci wynosi obecnie 5 000 km. Interes ogólnopaństwowy wymaga rozwoju lotnictwa komunikacyjnego, należy więc dążyć do dalszej rozbudowy naszej sieci lotniczej. A ponieważ lotnictwo komunikacyjne dzisiejsze może się rozwijać tylko w skali międzynarodowej, należy przeto powiązać polskie szlaki lotnicze z międzynarodowymi.

Do tego właśnie dążą Polskie Linie Lotnicze, o czym świadczy udany lot badawczy polskiej załogi na trasie: Stany Zjednoczone, Ameryka Południowa — Dakar — Casablanca — Rzym — Warszawa.

Fabrykacja celulozy do sztucznego jedwabiu

Od czasu wynalezienia przez *Chardonnet'a* w końcu zeszłego stulecia metody, pozwalającej otrzymać sztuczne włóknino z celulozy, wiele się do dnia dzisiejszego zmieniło. Największym postępowaniem w tej dziedzinie było wynalezienie przez *Cross'a* i *Berua'a* metody wiskozowej opartej na innej zasadzie niż metoda *Chardonnet'a* i pozwalającej używać, jako materiału wyjściowego, celulozy drzewnej zamiast stosowanej początkowo bawełny. Nie trzeba wyjaśniać jak ważną jest ta sprawa dla krajów, uzależnionych od importu bawełny.

Początkowo stosowano do wyrobu sztucznego jedwabiu zwykłą celulozę białoną, używaną do celów papierniczych.

Okazało się przy tym, że celuloza wyrabiana metodą siarczynową nadaje się najlepiej. Stopniowo jednak przemysł celulozowy, zmuszany zwiększającymi się wymaganiami fabryk sztucznego jedwabiu, zaczął ulepszać swe metody produkcji i zwracać uwagę na coraz większą czystość celulozy zarówno pod względem chemicznym, jak i fizycznym. Dziś celuloza jedwabnicza, lub wiskozowa (zwana tak potocznie od metody, za pomocą której jest przerabiana w farbyce sztucznego jedwabiu) jest wytwarzana przez fabryki celulozy jako specjalny gatunek najwyższej klasy, posiadający szereg właściwości, na które przemysł papierniczy nie zwraca wcale uwagi lub też w bardzo małym stopniu. Głównymi wymaganiami sta-

wianymi dziś celulozie wiskozowej są wysoka czystość chemiczna oraz jednorodność. Pod czystością chemiczną rozumie się dużą zawartość chemicznie czystego błonnika, oraz minimalną ilość obcych domieszek, jak żywice, części nieorganiczne (popiół, głównie CaO) i t. d. Ponieważ błonnik nie rozpuszcza się w ługu sodowym, czystość celulozy mierzy się zawartością części nierozpuszczalnych na zimno (20°C) w 17,5%-owym roztworze NaOH. Jest to t. zw. Alfa-celuloza. Musi ona być wysoka (około 88—91%), w zależności od metody oznaczenia. Poza tym mierzy się czystość chemiczną wieloma jeszcze oznaczeniami, jak liczba miedziowa, rozpuszczalność w 10%-owym roztworze KOH na gorąco, zawartość t. zw. gum drzewnych i t. d. Wszystkie te oznaczenia mają charakter empiryczny i oświetlają z wielu stron stan, w jakim znajduje się cząsteczka celulozy, oraz pozwalają ocenić, jak dalece została ona zdeformowana przez procesy gotowania i bielenia przy wytwarzaniu celulozy z drzewa.

Jeśli chodzi o jednorodność celulozy, to wymaganie to jest całkiem zrozumiałe z punktu widzenia fabryki sztucznego jedwabiu. Wszystkie procesy chemiczne w tej fabryce muszą być dostosowane do właściwości przerabianej celulozy. Gdy właściwości te ulegną zmianie, fabryka sztucznego jedwabiu musi się na nowo do nich dostosowywać, co jest uciążliwym i powodować może nawet straty w postaci nieudanego jedwabiu.

Miarą jednorodności celulozy jest, obok stałości wymienionych poprzednio danych analitycznych, głównie lepkość, a właściwie lepkość roztworu celulozy po rozpuszczeniu jej w odczynniku *Schweitzer'a* lub po przeprowadzeniu w kwantogeaniam metodą wiskozową. Celuloza drzewna jest zawsze mieszaniną cząsteczek błonnika o różnej długości łańcucha wielocukrowego. Lepkość roztworu celulozy jest miarą długości tego łańcucha. Jeżeli lepkość jest równa, oznacza to, że ma się do czynienia wprawdzie z mieszaniną, ale o jednakowej przeciętnej długości łańcucha, co dla fabrykacji sztucznego jedwabiu dziś przynajmniej wystarcza.

Z powyższego wynikają dla fabryki celulozy następujące zadania:

1) Uwolnić jak najwięcej celulozę od zawartych w drzewie ciał niecelulozowych i zanieczyszczeń oraz możliwie nie wprowadzić nowych.

2) Nie zdeformować samej cząsteczki celulozy przez zbyt daleko idące metody uwalniania jej od ciał obcych.

3) Utrzymać stałość uzyskanych raz właściwości celulozy.

Dla osiągnięcia wymienionych postulatów przemysł celulozowy opracował odpowiednie metody gotowania i bielenia celulozy. Drewno świerkowe, zasadniczy surowiec przy produkcji celulozy metodą siarczynową, musi być jak najlepszej jakości, a więc przede wszystkim zdrowe, czyste i jednorodne. Pożądanym jest używanie dla produkcji celulozy wiskozowej drewna zawsze z tych samych okolic.

Gotowanie, jak zwykle przy metodzie siarczynowej, odbywa się w wannikach, czyli zamkniętych kotłach żelaznych, posiadających wewnątrz wymurowanie kwasoodporne. Rozdrobnione na t. zw. strużkę drewno gotuje się w nim przy ciśnieniu 5 at z roztworem kwaśnego siarczynu wapniowego, posiadającego pewien nadmiar wolnego kwasu siarkowego. W czasie gotowania składniki drewna, nie będące celulozą (głównie lignina), ulegają stopniowemu rozpuszczeniu. Im dłużej i przy im wyższej temperaturze prowadzi się proces gotowania, tym więcej rozpuszcza się ciał towarzyszących celulozie, ale jednocześnie tym bardziej wpływa się przez działanie kwasu na odbudowę samej cząsteczki celulozy. Celem daleko idącego uwolnienia od ligniny i innych ciał towarzyszących, gotuje się celulozę wiskozową bardzo „miętko”, czyli przy wyższej temperaturze i dłużej, niż niemal wszystkie gatunki celulozy papierniczej. Uważa się przy tym, aby przer-

wać gotowanie zawsze w momencie, gdy celuloza znajduje się już w pewnym określonym i zawsze jednakowym stopniu zgotowania. Po wypuszczeniu ugotowanej celulozy do przeznaczonych na ten cel dołów odciekowych, w których odcieka przez dziurkowane dno t. zw. ług posiarczynowy lub posulfitowy, myje się w tychże dołach celulozę kilkakrotnie wodą. Następnie oddziela się włókno od mierzogotowanych sęków, drzazg, czyli t. zw. „szplitrów”, wreszcie piasku. Do operacji tych jak i do późniejszych (bielenie, sortowanie 2-gie i t. d.) potrzebne są bardzo wielkie ilości wody, gdyż celuloza ulega kilkakrotnie rozcieńczeniu i zagęszczaniu, przy czym unika się zwracania do użytku wód raz użytych, czyli t. zw. obrotowych, jak to ma miejsce przy produkcji celulozy papierniczej. W sumie zużycie wody do produkcji dobrej celulozy wiskozowej wynosi ponad 1 000 l na 1 kg celulozy. Dla fabryki średniej wielkości przy dziennej produkcji 50 tonn celulozy zużycie wody wynosi ponad 50 000 m³ dziennie. Woda ta musi być czysta i miękka, aby nie wprowadzać do celulozy zanieczyszczeń i soli mineralnych. Polskie fabryki, nie mające źródeł dostatecznie miękkiej i czystej wody, (jak np. niektóre fabryki skandynawskie), muszą być ulokowane nad rzekami o możliwie czystej wodzie i ponadto posiadać instalację do oczyszczania i zmiękczenia wody.

Po przesortowaniu celulozy (sortowanie I-sze) poddaje się ją bieleniu za pomocą chloru, względnie podchlorynu wapniowego lub sodowego. Celuloza po ugotowaniu ma kolor szarawy, na skutek obecności resztek ligniny i ciał barwnych. Przez bielenie rozpuszcza się wszystkie te ciała i otrzymuje biały kolor czystego włókna celulozy. Chodzi teraz o to, aby przy bieleniu nie uszkodzić lub, ściślej mówiąc, jak najmniej uszkodzić samą celulozę. Do niedawna jeszcze stosowaną metodą było jedno lub dwustopniowe bielenie podchlorynem wapniowym w alkalicznym środowisku. Utrzymywanie reakcji alkalicznej ($PH = 9 - 10$) ma na celu ochronę celulozy przed zaatakowaniem przez najbardziej w stosunku do niej aktywny, niezdysocjowany kwas podchloryny HClO, a wytworzenie przewagi jonów ClO⁻, działających bielaćco, a nie agresywnych w stosunku do celulozy. Z rozważań teoretycznych wynika, że w roztworach podchlorynu ustala się przy $PH = 9$ równowaga, wyrażająca się stosunkiem kwasu podchlorynego do jonu podchlorynego (HClO) : (ClO⁻) = 1 : 10. Przy $PH = 10$ stosunek ten wynosi 7 : 100. Na przeszkodzie dalszemu zwiększaniu alkaliczności ponad około $PH = 10$ stoi zbyt przedłużanie się czasu bielenia, gdyż im wyższe PH tym wolniej przebiega reakcja. Pomocę można sobie zwiększaniem temperatury, ale ze względów ekonomicznych i tu istnieje pewne optimum. W środowisku obojętnym lub lekko kwaśnym stosunek wyżej omawiany wyraża się przy $PH 7$ (HClO) : (ClO⁻) = 10 : 1, przy $PH 6$ (HClO) : (ClO⁻) = 100 : 1, czyli w tym wypadku przeważa kwas podchloryny niebezpieczny dla celulozy.

W praktyce bielenie alkaliczne daje celulozę o wysokiej alfa-celulozie i niskiej liczbie miedziowej, co jest pożądane dla celulozy wiskozowej.

W ostatnich czasach zauważono, że w pierwszym stopniu bielenia przeważa chlorowanie ligniny, podczas, gdy dopiero w drugim stopniu następuje rozpuszczanie schlorowanej ligniny oraz ciał barwnych. To było powodem wprowadzenia alkalicznego bielenia dwustopniowego, polegającego na traktowaniu celulozy częścią potrzebną do wybielenia podchlorynem, myciu i powtórnym traktowaniem podchlorynem. Następnie ustalono, że chlorowanie ligniny przebiega lepiej pod wpływem samego chloru, lub jego roztworu w wodzie. Okazało się, że reakcja ta idzie bardzo szybko i można ją przeprowadzać na zimno. Silnie kwaśne środowisko, wytwarzające się przy zastosowaniu wody chlorowej lub chloru gazowego do chlorowania celulozy, powoduje ustalenie równowagi na

korzystać chloru elementarnego (Cl_2) z jednoczesnym znacznym zmniejszeniem ilości szkodliwego dla celulozy niezdysonowanego kwasu podchloraowego. Przy $PH = 2$ stosunek (Cl_2) : (HClO) = 1 : 1, przy $PH = 1$ stosunek ten wynosi 30 : 1.

Znaczna szybkość reakcji i niska temperatura powodują, że całkowite schlorowanie ligniny następuje zanim kwas podchloraowy może w znacznym stopniu zaatakować celulozę. Dzięki ostatnim wynalazkom w dziedzinie materiałów odpornych na działanie chloru i kwasu solnego udało się metodę tę zastosować w skali przemysłowej. Dziś wszystkie nowoczesne fabryki produkujące celulozę wiskozową stosują w pierwszym stopniu chlorowanie. Zastosowanie techniczne chlorowania, jako 1-go stopnia bielenia, przy pozostawieniu bielenia podchlorynem wapniowym przy alkalicznej reakcji w 2-gim stopniu, daje w rezultacie znaczną oszczędność w ogólnym zużyciu chloru do bielenia, lepszą białość celulozy oraz większą wytrzymałość włókna.

Po wybieleniu celulozę myje się intensywnie i sortuje powtórnie, w celu ostatecznego usunięcia drobnych zanieczyszczeń. Następnie odwadnia się, suszy i przerabia w formie arkuszy, stanowiących już gotowy produkt. Suszenie celulozy musi być ostrożne, aby nie przypalić włókien. Do tego celu szczególnie dobrze nadaje się suszenie za pomocą dmuchania gorącego powietrza, względnie suszenie kombinowane początkowo na cylindrach ogrzewanych parą o stosunkowo niskiej temperaturze i na końcu gorącym powietrzem. Co się tyczy wymaganej jednorodności celulozy wiskozowej, to oprócz niezbędnej do tego celu jednorodności materiału wyjściowego — drewna — jest rzeczą bardzo ważną niezakłócony bieg wszystkich procesów fabrycznych oraz utrzymanie jednokowego składu cieczy pomocniczych, jak np. kwasu wapiennego.

Wprowadzany ostatnio system wytwarzania tego kwasu za pomocą ścisłego dozowania zmielnego kmienia wapiennego wraz z wodą do zamkniętych zbiorników w przeciwnym

z gazem SO_2 , uzyskiwanym przez prażenie pirytów, ułatwia w bardzo dużym stopniu utrzymywanie stałego składu kwasu. W porównaniu ze starym systemem wieżowym, system ten ma znaczne zalety.

Na zakończenie parę słów o możliwościach produkcji w kraju dobrej celulozy wiskozowej. Przez czas dłuższy panowało mniemanie, że dobrą celulozę wiskozową produkować mogą jedynie kraje skandynawskie i północno-amerykańskie (Kanada), posiadające wysokogórskie drzewo, o specjalnej jakoby przydatności do tego celu.

Ostatnie lata zadały kłam temu mniemaniu, wykazując, że z naszego polskiego drewna można wyprodukować celulozę, nie ustępującą skandynawskiej lub kanadyjskiej. W Niemczech już od szeregu lat produkowano celulozę wiskozową ze sprowadzanego od nas drewna. U nas w kraju produkuje celulozę wiskozową od 2 z górą lat fabryka celulozy „Steinhagen i Saenger” we Włocławku, oraz obecnie rozpoczęła tę produkcję uruchomiona pod koniec zeszłego roku fabryka w Niedomicach.

Pewne dane pozwalają przypuszczać, że celuloza krajowa w niedalekiej przyszłości przewyższy nawet celulozę skandynawską. Fabryki skandynawskie posiadają przeważnie przestarzałe urządzenia i nie starają się ich zmodernizować, zadowalając się tym, że towar ich ma wyrobioną markę. Zmuszone do silnej konkurencji dla wejścia na rynek fabryki krajowe stosują do wyrobu celulozy wiskozowej najbardziej nowoczesne instalacje.

Z drugiej strony jakość drzewa stosowanego w krajach skandynawskich stale się pogarsza wskutek intensywnego wyczerpywania posiadanych zapasów. Polska znajduje się pod tym względem w znacznie lepszej sytuacji. Częściowym potwierdzeniem powyższego jest fakt, że krajowe celulozy wykazują zawartość żywicy (wyciąg eterowy) 0,2—0,3%, podczas gdy w skandynawskich zawartości te wahają się w granicach od 0,4—0,8%, co należy przypisać gorszej jakości surowca drzewnego.

T. Niwiński.

TREŚĆ:

- Zarys historyczny powstania i rozwoju sztucznych włókien, inż. *Feliks Wiślicki*.
- Celuloza jako surowiec dla wytwarzania sztucznych włókien, dr. *J. Marchlewska*.
- Technologia chemiczna sztucznych włókien, dr. *Stefan Poznański*.
- Zarys mechanicznej technologii przędzenia i wykończania jedwabiu wiskozowego, inż. *J. Balaczyński*.
- Przerób sztucznego jedwabiu w przemyśle włókienniczym, inż. *Stanisław Poznański*.
- Rys technologii mechanicznej sztucznych włókien ciętych, inż. *Zdzisław Frenzel*.
- Przerób sztucznych włókien ciętych w przemyśle tekstylnym, inż. *Tadeusz Rosner*.
- Folia przezroczysta, inż. *J. Buchwic* i *J. Sachs*.
- Rozwój produkcji sztucznych włókien, dr. *J. Piekalkiewicz*.
- Kronika przemysłowa.
- Bibliografia.
- Nekrologia.
- Przegląd Czasopism.
- Przegląd Odlewniczy.

SOMMAIRE:

- Étude historique sur l'origine et le développement de la production de fibres artificielles, par *M. F. Wiślicki*.
- La cellulose comme matière première pour la production de fibres artificielles, par *M-me J. Marchlewska*.
- Technologie chimique de fibres artificielles, par *M. Stefan Poznański*.
- Note sur la technologie de filature et du finissage de la rayonne, par *M. J. Balaczyński*.
- Transformation de la rayonne dans l'industrie textile, par *M. Stanislas Poznański*.
- Étude sur la technologie mécanique de fibre artificielles coupées, par *M. Z. Frenzel*.
- Mise en oeuvre de fibres artificielles coupées par l'industrie textile, par *T. Rosner*.
- Feuilles transparentes, par *M. M. J. Buchwic* et *J. Sachs*.
- Développement de la production des fibres artificielles, par *J. Piekalkiewicz*.
- Chronique.
- Bibliographie.
- Nécrologie.
- Revue des journaux.
- Revue de fonderie.