

412408 III



ZAWÓD i ŻYCIE



CZASOPISMO POŚWIĘCONE WIEDZY
TECHNICZNEJ I RZEMIEŚLNICZEJ

KRAKÓW * ROK SZKOLNY * 1942/43 * NR. 1.

ZAWÓD I ŻYCIE

* * *

POWODZENIE

1. Potrzeba powodzenia. Powodzenie uwieńcza, niepowodzenie krzyżuje nasze poczynania. Życzymy sobie nawzajem powodzenia, przywitanie u wielu ludzi dotyczy powodzenia, nawiązywanie do tej sprawy należy wszędzie do zwyczajowych form obejścia towarzyskiego. Powszechne obyczaje wynikają z powszechnych potrzeb. Widać, że ludzie powodzenia potrzebują, niepowodzeń zaś unikają. Każdy przeto chciałby znać sposób, jak osiągnąć jak najlepsze powodzenie. Spróbujmy wyjaśnić, na czym polega tajemnica powodzenia i gdzie leżą przyczyny niepowodzeń.

2. Co to jest powodzenie? Samo przez się powodzenie nie jest celem ludzkich dążeń. Ludzie walczą o chleb codzienny, o dach nad głową, troszczą się o swych bliskich, pragną, aby rzeczy przykre skończyły się, dążą do dobrobytu, chcą czegoś w życiu dokonać. Powodzenie nie jest celem troski osobnej. Jest ono sposobem, w jaki nasze zamiary się urzeczywistniają. Powodzi się komuś, jeśli mu się dobrze układają warunki i wyniki pracy, interesy, sprawy rodzinne i jeśli pomyślnie zapowiada się realizacja jego zamiarów i planów dalszych. Nie powodzi się, jeśli w trosce o chleb, w załatwianiu spraw bieżących, w pracy, w życiu rodzinnym, w urzeczywistnieniu zamierzeń na dłuższą metę napotyka na trudności nie do przezwyciężenia.

Nie ma granic wyraźnych między powodzeniem a niepowodzeniem. Są to niejako dwa bieguny, między którymi istnieje cała moc form pośrednich. Na jednym z tych biegunów umieścilibyśmy osoby, których powodzenie jest „stuprocentowe“, którym wszystko idzie jak z płatka, zaś na drugim notoryczne „ofiary losu“. Jednych i drugich jest mało, przeważa natomiast szara masa tych ludzi, którym powodzi się w miarę, raz tak, raz znowu nie, w jednych sprawach doskonale, w drugich dość licho lub całkiem mizernie.

3. Ocena powodzenia. Ocena wielkości powodzenia może być, a nawet musi być, różna, zależnie od punktu obserwacyjnego, jaki w tym celu zajęliśmy. Z jednego z tych punktów widzimy wyniki ludzkich zabiegów, a więc zarobki, wzrost lub utratę majątku, karierę, zaszczyty, sposób traktowania przez innych, układ spraw rodzinnych itd. Prawie zawsze rozkwit tych dziedzin utożsamiamy z powodzeniem dobrym. Tym więcej powodzenia przypisujemy — z tego punktu obserwacyjnego — ludziom, im więcej i im szybciej zdobywają to, do czego dążą. A więc: ludzie sławni, bogaci i mający władzę w rękę są to szczęśliwcy, którym się po-

wodzi świetnie. Ich powodzenie jest też najczęściej przedmiotem podziwu lub zazdrości.

Nieco inaczej wypadnie ocena wielkości powodzenia, jeśli zamiast patrzeć na wyniki, zapytamy ludzi, jak oni sami „w skórze“ swego własnego powodzenia się czują. Nie zawsze i nie koniecznie sukcesy widoczne na zewnątrz odpowiadają stopniom powodzenia odczuwanego przez daną osobę. Weźmy przykład: uczeń przechodzi z dobrymi notami z klasy do klasy. W oczach rodziców i nauczycieli wiedzie mu się w szkole całkiem dobrze. Tymczasem on sam może czuć się nieszczęśliwym, ponieważ jemu może nie o to chodzić, aby tylko przejść z dobrymi notami, lecz aby być prymusem klasowym. Lata całe walczy o prymusowstwo z kolegą, lecz stale w walce tej przepada.

Jak widać z przykładu, w ocenie wielkości powodzenia uwzględnić trzeba nie tylko łatwo dostrzegalne wyniki czyichś trudów i trosk, ale również charakter samych trosk, planów i dążeń. Ponieważ zaś każdy musi przeżyć swe życie na własny rachunek cierpień i radości, przeto ten drugi punkt widzenia jest ważniejszy od czysto zewnętrznej oceny rezultatów. Jest tak tym bardziej, gdy zastanowić się nad skutkami „wewnętrznymi“ sukcesów lub niepowodzeń.

Powodzeniu towarzyszy zwykle zadowolenie i pewność siebie, zaś takie samopoczucie sprzyja powodzeniu dalszemu. Przeciwnie, niepowodzenia gryzą wewnętrznie, zniechęcają i upośledzają w dalszych trudach walki o byt. Powodzenie (widziane od wewnątrz, od strony uczuciowej i od stosunku zamierzeń do rzeczywistości) należy tedy do podstawowych warunków życia radosnego, a przynajmniej znośnego. Z tego stanowiska życie ludzi nie mających ani majątku, ani rozgłosu, ani władzy w rękę może być i bywa równie radosne, jak życie tzw. wybrańców losu. Nie znaczy to, że każdy „szarak“ bywa szczęśliwy, znaczy natomiast, że powodzenie i związane z nim szczęście osobiste nie są zależne od czyjejś pozycji na drabinie społecznej, lecz od warunków, których spełnienie lub niespełnienie leży w granicach sił i możliwości każdego człowieka. Chcemy tu zwrócić uwagę na najważniejsze spośród tych warunków.

4. Szczęście. Z braku zastanowienia i z obyczaju ludzie przypisywać zwykli powodzenie szczęściu, a nawet utożsamiać je z nim. Jedni rzekomo rodzą się w czepku i do nich szczęście uśmiecha się na każdym kroku, bez ich zasług. Inni odwrotnie, mimo usilnej pracy i najlepszej woli dostają wciąż ciągi od

złego losu. Ponieważ zaś szczęście przychodzi do kogo chce i kiedy chce, nie ma więc na powodzenie lub niepowodzenie rady. Stanowi ono los od człowieka niezależny. Jedni nazywają ten los przeznaczeniem, inni przypadkiem lub splotem przypadkowych okoliczności.

Roli czynników przypadkowych — w biegu życia — oczywiście zlekceważyć nie można. Przypadkowe spotkania, znajomości, decyzje, nie mówiąc już o przypadku urodzenia się w pewnym środowisku, wywierają ciągły wpływ na nasze losy. Nieraz drobne wypadki decydują wręcz o życiu lub śmierci. Nie przecząc temu, musimy się jednak zastanowić, czemu pewnym ludziom powodzi się doskonale na każdym prawie kroku i przez całe prawie życie i czemu przeciwnie, innych nieszczęścia ścigają uporczywie (np. Latarnika z noweli Sienkiewicza)? Ani nieuprzedzony rozum, ani zwłaszcza zasady prawdopodobieństwa i statystyki nie dopuszczają możliwości, aby szanse czy to dobre czy to złe miały się powtarzać wciąż na nowo, „przypadkiem“. Bez wątplenia jest to przypadek, jeśli z dwu galek białej i czarnej podniosłem np. czarną, natomiast jeśli ktoś na dziesięć, sto, tysiąc ciągnąć wyciągnie zawsze gałkę tę samą, przyczyna na pewno przypadkową nie jest. Pojedyncze sukcesy lub niepowodzenia przypisać można ślepemu trafowi, nigdy natomiast powodzenia na dłuższą metę. To, co ludzie tak często przypisują nieprzewidzianemu szczęściu lub nieszczęściu, jest zwykle wypadkową wielu czynników. Wśród nich pierwszorzędną rolę odgrywają siły, którymi dysponuje sam człowiek.

5. Powodzenie owocem pracy. Niejeden spośród geniuszów ludzkości, zapytany o tajemnicę swego powodzenia, mawiał: praca, praca i jeszcze raz praca. Być może słuchacze uważali tego rodzaju odpowiedź za przekorną, bo przecież przyczyn twórczości wielkiej doszukujemy się zwykle nasamopierw w niezwykłych talentach, niemniej jednak życiorysy ludzi sławnych uczą, że niezmordowana praca stanowiła istotną treść ich zazwyczaj ciężkiego życia. Geniusze gnuśni należą tylko do częściej fantazji niektórych powieści.

Mądrość ludowa zajmuje stanowisko podobne: Kto rano wstaje, temu Pan Bóg daje; bez pracy nie ma kołaczy; oszczędnością i pracą ludzie się bogacą itp. Znaczy to, że właśnie praca jest głównym motorem powodzenia na metę dłuższą. Co dotyczy osób, odnosi się również do całych narodów. Dziś mało kto wątpi o tym, że bogactwo i potęga narodów oparte są przede wszystkim na zdolności do pracy wytrwałej, systematycznej i zorganizowanej. Szczęśliwe przypadki, np. korzystne położenie geograficzne, bogactwo kopalń, urodzajność ziemi, umiarkowany klimat, liczba ludności i inne okoliczności przypadkowe mają znaczenie duże, jednakowoż w bilansie ogólnym na miejscu pierwszym musimy postawić wolę do pracy i po prostu ilość godzin sumiennie przepracowanych przez dany naród w ciągu dnia, roku i całych stuleci. To, co narody mają najcenniejszego: kulturę i cywilizację, zdobyły tylko wielowiekową i niezmordowaną pracą.

Nie trzeba by nawet podkreślać tej nazbyt oczywistej prawdy, gdyby nie to, że do powszechnego uznania doszła ona stosunkowo niedawno, gdzie nigdzie zaś dopiero dochodzi. Jeszcze nie tak dawno ludźmi pracującymi pogardzano, a praca uchodziła za zło konieczne. Takim np. było zapatrywanie warstw kierowniczych Europy jeszcze w czasach nowożytnych. Wedle ich mniemania istotnym narzędziem powodzenia jest pozycja społeczna, siła, talent, uroda itp. Jest to o tyle tylko słuszne, o ile ktoś może żyć owocem pracy cudzej, ale i w tym wypadku dotyczy to powodzenia rozumianego jako sukces zewnętrzny, a nie jako powodzenie, które niesie ze sobą radość życia.

Co prawda, praca nie jest jedynym narzędziem dobrego powodzenia. Są przecież ludzie zaorani pracą, którym jednakże powodzi się nieszczęśliwie, a nawet całkiem źle. Oczywiście, nie mamy tu na myśli pracy i pracowitości przymusowej, lecz zupełnie swobodną. Widać, że praca musi iść w parze z czynnikami innymi, aby wieńczyć się powodzeniem. Zresztą te „czynniki inne“ z pracą ściśle się wiążą, można bowiem sprawę tak postawić, że nie o to chodzi tylko, aby krzątać i wysilać się dokoła czegoś, lecz aby praca była jakościowo bez zarzutu. Bywa tak, gdy spełnione są dwa ważne warunki: 1) jeśli praca odpowiada którymś uzdolnieniom i wykształceniu oraz 2) jeśli ludzie wysilają się, planują, dążą do takich rezultatów, które leżą w granicy ich sił fizycznych, umysłowych i moralnych.

Jeśli komuś praca przynosi jedynie materialne straty, lekceważenie kolegów, kłopoty rodzinne, a wewnątrznie zgrzyotę, szwankuje widocznie coś w zakresie wymienionych warunków. Albo wziął się nie do swojej rzeczy, albo zamierza zdobyć sukcesy na polu lub w wysokości dla siebie niedostępnej, albo jedno i drugie. Wiele przykrości a nawet wyraźnych nieszczęść dało by się uniknąć, gdyby ludzie robili i zamierzali robić to jedynie, co leży w zakresie ich możliwości, a zwłaszcza co dzięki swej wrodzonej naturze zrobić i czego dokonać rzeczywiście potrafią.

6. Zgoda między pracą a uzdolnieniami. Rzecz tę można krótko ująć w zdaniu: właściwy człowiek powinien się znajdować na właściwym stanowisku. Człowiek taki będzie się cieszył powodzeniem. Praca jego przyniesie korzyści społeczeństwu. Nie jest to nic nowego. Zasadę tę wysunęli już świetlejsi Grecy, ale dopiero dziś, w czasach wielkiej specjalizacji pracy, nabrała ona pełnego znaczenia. Jej podstawą są zarówno różne wymogi różnych zawodów, jak niemniej różne stopnie i kierunki uzdolnień elementarnych u różnych ludzi. Do każdego zawodu trzeba uzdolnień właściwych, ani za małych, ani też z drugiej strony za dużych.

Rozpatrzmy sprawę na przykładzie np. stenotypistki. Różne stenotypistki po jednakowo długim przeszkoleniu dochodzą do bardzo nierównych wyników: jedna np. pisze całkiem biegle i bezbłędnie pod szybkim dyktandem, druga musi najpierw pisać ołówkiem, a potem przepisywać. Szanse zarobkowania tej drugiej — oczywiście — są na dłuższą

metę znacznie mniejsze. Ale nie to tylko jest ważne. Stenotypistka biegnąca będzie się w swoim zawodzie czuła, jak przysłowiowa ryba w wodzie, ta druga zaś będzie zapewne najczęściej „popychadłem“, a przeto dla siebie samej nieszczęśliwa. Z przykładu tego wynika sens ogólny.

Zarówno ze względu na powodzenie osobiste, jako też na elementarną zasadę oszczędności sił w gospodarce społecznej, stenotypistką (podobnie rzecz się ma z każdym innym zawodem) powinna zostać ta osoba, która właśnie do tego zawodu — ze względu na szybkość ruchów, łatwość uczenia notorycznego — nadaje się stosunkowo najlepiej, pod warunkiem, że nie nadaje się jeszcze lepiej do zawodu innego. Bywa bowiem tak, że uczeń lub uczennica nabierają fenomenalnej wprawy w pisanie na maszynie i stenografii, ale równie doskonale wyniki, a może jeszcze lepsze, uzyskują w matematyce, fizyce, językach, geografii itd. W takim wypadku najbardziej odpowiedni zawód będzie prawdopodobnie inny.

Tak czy owak, trzeba wziąć pod uwagę, że różne specjalności fachowe wymagają zdolności różnego rodzaju i różnych stopni: bystrości ogólnej, pamięci, uwagi, odporności na znużenie umysłowe i zmęczenie fizyczne, zręczności, gibkości ruchów. Ponadto organizacja pracy na jej różnych poziomach wymagać będzie zawsze ludzi o rozmaitym stopniu rzutkości, inicjatywy twórczej, zmysłu krytycznego, zdolności do ogólnej orientacji i ujmowania całościowego. Czy to więc weźmiemy „poziome“ zróżnicowanie fachów, czy też „pionowe“ ułożenie organizacji pracy, zawsze napotkamy na tę samą potrzebę: wszędzie trzeba ludzi w sam raz odpowiednich. Wszędzie trzeba ludzi z odpowiednim wykształceniem i praktyką, a to znaczy z kolei, z odpowiednimi uzdolnieniami, bo kształcenie mające dać wyniki dobre musi być do nich przystosowane.

Niestety, praktyczne rozwiązanie tych postulatów jest bardzo trudne. Młodzież nie potrafi należycie ocenić najważniejszego kierunku swej przyszłej pracy. Kieruje się nieraz pozornymi zainteresowaniami, rodzice najczęściej tradycją i widokami na najlepszy zarobek przy najtańszych kosztach kształcenia. Poza tym, wielu naprawdę uzdolnionych i świadomych swego talentu nie może urzeczywistnić swych marzeń z powodu braku środków na kształcenie lub odpowiedniej szkoły.

W rezultacie zawód faktyczny bodaj że większości ludzi dorosłych jest, jak dotychczas, dość przypadkowy, bardzo często nie opowiadający ani skłonnościom, ani najlepszym zdolnościom. Stąd tylu ludzi nieodpowiednich zajmuje ważne stanowiska w hierarchii pracy, które słusznie należałyby się komu innemu, lepiej uzdolnionemu. A i przeciwnie, tylu ludzi musi marnować swe zdolności przy zajęciach, do których bynajmniej nie potrzeba tego widnokregu umysłowego, jakim rozporządzają.

Wprawdzie ludzie do wszystkiego się przyzwyczajają, a przyzwyczajanie wiąże ich nawet z pracą początkowo nie lubianą i nieodpowiednią. Ta szczęśliwa okoliczność umniejsza zło wyrządzone społeczności i jednostkom, lecz nie usuwa go. Radość

z pracy, radość z życia w ogóle, a więc powodzenie w psychologicznym znaczeniu tego słowa, było by — na miarę społeczną — bez porównania większe niż nim jest, gdyby ludzie mogli zdobywać wykształcenie i pracować na takich placówkach, na których pokazywałyby swe najlepsze siły.

7. Powodzenie a zdrowe ambicje. Okoliczności niejednemu nie pozwalają na obranie drogi dla siebie najważniejszej. Jest to, oczywiście życiowe niepowodzenie. Pocieszeniem może tu być świadomość, że dzieje się tak niezależnie od naszej woli. Bywa gorzej, gdy niepowodzenie wynika z własnych, chorobliwie wygórowanych, a co najmniej przesadzonych ambicji. Zdarza się to często. Niejeden pracuje wprawdzie zawzięcie, ale chce dopiąć rzeczy, których w żaden sposób, przy najbardziej sprzyjających okolicznościach, osiągnąć nie może z braku odpowiednich sił. Np. w czasach obecnych młodzież powszechnie idealizuje lotnictwo. Bywa więc, że młodzi ludzie o wyraźnej wadzie serca, o skłonnościach do zawrotów głowy i nieszczególnym zmysle kinestetycznym, koniecznie chcą zostać lotnikami. Jeśli to tylko słomiany zapał (co się często zdarza), sprawa nie ma znaczenia. Jeśli natomiast mamy do czynienia z postanowieniami trwałymi, rzecz jest poważna. Przypuśćmy, że niefortunny zwolennik lotnictwa zdoła obejść przepisy prawne i kształci się w wymarzonej dla siebie kierunku. Wyniki w żadnym razie nie mogą odpowiadać zamierzeniom. Młodego lotnika muszą spotkać niepowodzenia, chyba że wady zostaną usunięte lub wyrównane.

Wypadki chorobliwych ambicji u młodzieży są bardzo pospolite i na tym tylko tle wielu ludzi już dojrzałych czuje się nieszczęśliwymi, uważając swe życie za zwichnięte. Przesadne ambicje pochodzą stąd, że młodzi czują swą słabość i zależność w porównaniu z dorosłymi (szczególnie z nauczycielami, rodzicami), nie cierpią tej zależności i całym rozpędem świeżych sił chcą się usamodzielnic. Ponieważ przez szereg lat wymarzone usamodzielnienie może być tylko w myśli urzeczywistnione, więc uskrzydłona fantazja młodych bierze odwet na dorosłych: są w niej nie tylko panami samych siebie, ale zarazem panami „całą gębą“, są osobami podziwianymi, władnymi, bohaterskimi. Braki i rzeczywistą zależność fantazja wyrównuje z wielką nawiązką. Młodzież skłonna iść w ślady za poetą, który każe „mierzyć siły na zamiary.“ Tymczasem twarde życie nakazuje się stosować do zasady wręcz przeciwnej: mierzyć zamiary wedle sił.

Zły pomiar własnych sił daje w rezultacie tak częste zjawisko: malkontentów, ludzi niezadowolonych z siebie. Ludzie, którzy już w młodości „postawili na złego konia“ nie mogą być zadowoleni ze swego rzeczywistego warsztatu pracy, nawet gdyby ten całkowicie odpowiadał ich zdolnościom i wiedzy. Życie tych ludzi może być nawet pełne sukcesów, ale (choć dla cudzego oka powodzi im się dobrze) nie będą się cieszyć powodzeniem we własnym przekonaniu.

Widać, że nie wystarczy pilnie pracować, by z życia

móc się cieszyć. Trzeba swe trudy i prace dostosować należycie do zasobu sił. Trzeba być w miarę skromnym, w miarę ambitnym. To znaczy, że trzeba siebie dobrze znać i poznawać. Tutaj leży sens starej zasady przypisywanej Sokratesowi: poznaj samego siebie. Gdyby ludzie siebie samych dobrze znali, wielu niepowodzeń zdolaliby

uniknąć. Co prawda, poznawanie samego siebie nie jest wcale zadaniem łatwym. Pod pewnymi względami obcy znają nas lepiej, niż my sami. Dotyczy to np. naszych ułomności. Coś podobnego odnosi się do uzdolnień umysłowych i fizycznych. Do ich trafnego rozpoznania trzeba specjalistów, zupełnie tak samo, jak do diagnozy choroby. O tym osobno.

dr. J. Pieter.



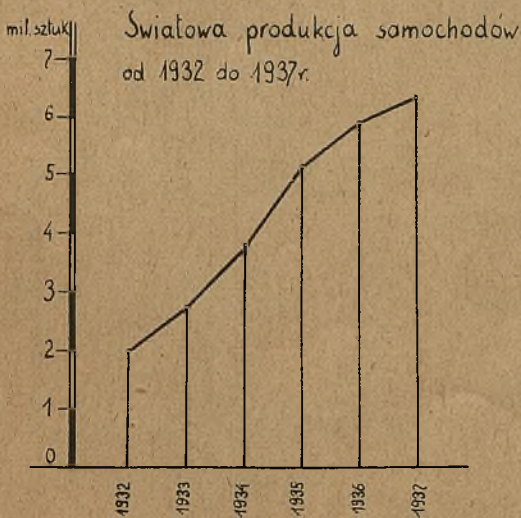
Rola samochodu w obecnych czasach wzrasta z dnia na dzień. Nie ma już prawie żadnej dziedziny życia, na której rozwój, w mniejszym lub większym stopniu, nie wpłynęła „motoryzacja”. Jak wiemy, motoryzacja polega na zaprzęgnięciu siły mechanicznej do pracy, którą uprzednio wykonywali ludzie i zwierzęta. Dzisiejsze „riksze” i chłopskie wozy, jeżdżące po ulicach miasta żółtym krokiem, są pewnym nawrotem do czasów „przedhistorycznych”, jednakże jest to zjawisko tylko przejściowe, spowodowane tak zwaną „siłą wyższą” i możemy być pewni, że po zakończeniu wojny w krótkim czasie samochód odzyska nie tylko swoje dawne znaczenie, ale znajdzie jeszcze mnóstwo innych pożytecznych zastosowań. Omawiać więc będziemy rolę samochodu ogólnie, abstrahując od dzisiejszego stanu rzeczy.

Bezspornie samochodów jest każdego dnia więcej. Co parę minut nowy wóz opuszcza te czy inne wielkie zakłady samochodowe. Noworodków takich przybywa na świat dziennie około 17500

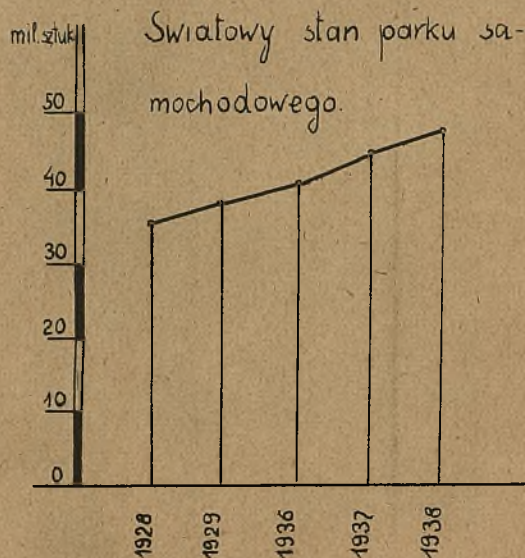
i w przeciwieństwie do ludzi, którzy w pierwszych latach swego życia są niezdatni do pracy od razu rozpoczynają swoją służbę. Co prawda i jedni i drudzy, i samochody i dzieci, wymagają troskliwej opieki i odpowiedniego traktowania. Samochód systematycznie przeciążony, niemyty i nieoliwiony szybko odmawia posłuszeństwa, przedwcześnie się starzeje i kończy swój smutny żywot na tak zwanym cmentarzu, obok potłuczonych garnków i połamanych rupieci.

Jak wspomnieliśmy, samochodów na świecie jest coraz więcej. Obecnie lekarz udaje się do chorego samochodem, mamy „zmotoryzowaną” kawalerję, a nawet często już zwłoki obywateli wędrują na cmentarz samochodem jakiegoś „zmotoryzowanego” przedsiębiorstwa pogrzebowego.

Jeśli sięgniemy do statystyki, to zobaczymy, że zarówno ilość produkowanych jak i będących w użyciu



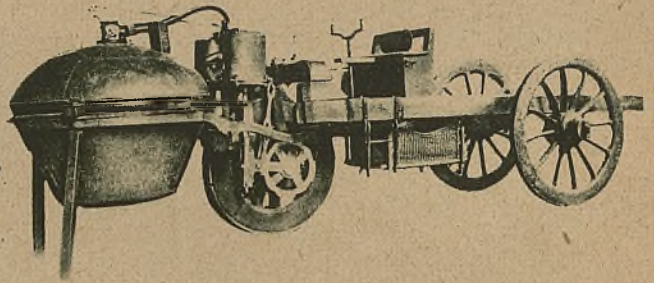
Wykres I.



Wykres II.



Ryc. 1.



Ryc. 2.

samochodów wzrasta z roku na rok (wykres I i II). Opierając się na tej statystyce obliczyć możemy ilość ludzi przypadających na 1 samochód. Np. pewnego dnia cała ludność Stanów Zjednoczonych mogłaby wsiąść do swoich samochodów i pojechać na wycieczkę, nie spotykając żadnego pieszego przechodnia na całym olbrzymim terenie Stanów. Dlatego sądzić można z wielkim prawdopodobieństwem, że tam każdy człowiek, naturalnie o ile nie jest ślepy lub sparaliżowany, umie prowadzić samochód. U nas z umiejętnością jazdy jest trochę gorzej, ale jest zato wielu chętnych i mamy nadzieję, że prawo jazdy będzie w niedługim czasie tak wymagane, jak teraz świadectwo szczepienia ospy lub dowód ukończenia szkoły powszechnej.

Samo prowadzenie samochodu nie jest rzeczą trudną, ale umiejętność ta, bez zrozumienia zjawisk zachodzących w całym dość skomplikowanym mechanizmie samochodu, nie jest wystarczająca. Zdanie: „Ja świetnie prowadzę samochód, ale nie mam pojęcia co tam „w środku“ się dzieje“, świadczy, że wygłaszający je nie jest dobrym kierowcą. Może on dawać sobie radę w normalnych warunkach, kiedy każde, nawet najdrobniejsze, uszkodzenie naprawi mu warsztat mechaniczny, naturalnie słono sobie licząc za reparację, ale gdzieś w drodze, gdy nie będzie „pana majstra“ w pobliżu, szofer taki będzie zupełnie bezradny, zdany na łaskawą pomoc przejeżdżających aut.

Dlatego też każdy, oprócz umiejętności samego

prowadzenia, musi poznać chociażby w małym zakresie tajemnice budowy samochodu. Te oto zasady będziemy się starali w tym i w następnych artykułach dać poznać naszym czytelnikom.

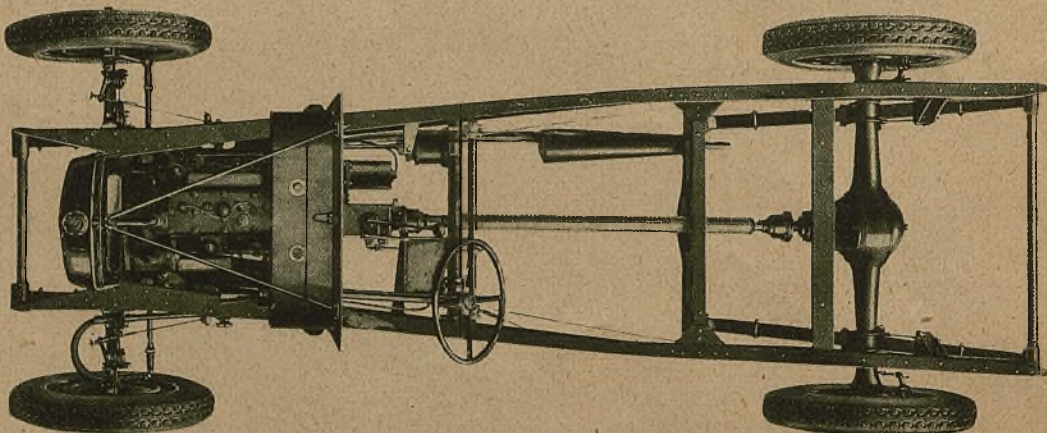
Każdy samochód składa się z dwóch, zupełnie niezależnych, choć związanych ze sobą, elementów: z nadwozia i podwozia.

Przeciętny śmiertelnik zwraca przede wszystkim uwagę na nadwozie, czyli karoserię, rzuca się ona bowiem najbardziej w oczy i jest charakterystyczna dla tego czy innego typu samochodu. Ona decyduje o wyglądzie zewnętrznym i przeznaczeniu samochodu.

Budowa nadwozia jest dość prosta i nie przedstawia w sobie wielkich tajemnic. Dla każdego jest przecież jasne, na co są siedzenia, okna lub drzwi i jak one działają.

Nadwozie, zwłaszcza samochodów osobowych, przeszło w ciągu swoich dziejów całą gamę kształtów, poczynając od postaci zbliżonej do karoty konnej a kończąc na opływowym, tzw. aerodynamicznym nadwoziu nowoczesnego samochodu (ryc. 1).

Nie tak prosto przedstawia się sprawa podwozia, to jest części, na której ustawiona jest karoseria. Podwozie jest częścią istotną samochodu, gdyż elementy, z których się ono składa, pozwalają samochodowi póruszać się, zatrzymywać, skręcać a więc „samochodzić“.



Ryc. 3.

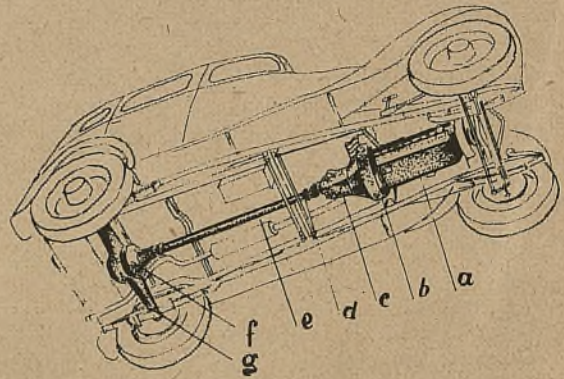
Zaznajomijmy się więc teraz bliżej z podwoziem.

Podwozie, podobnie jak i nadwozie, ma swoją historię.

Jednym z pierwszych podwozi był pojazd zbudowany przez Francuza Cugnota w 1769 roku (ryc. 2). Posiadał on napęd parowy i rozwijał szalenie szybkość około 3,6 km/godz.

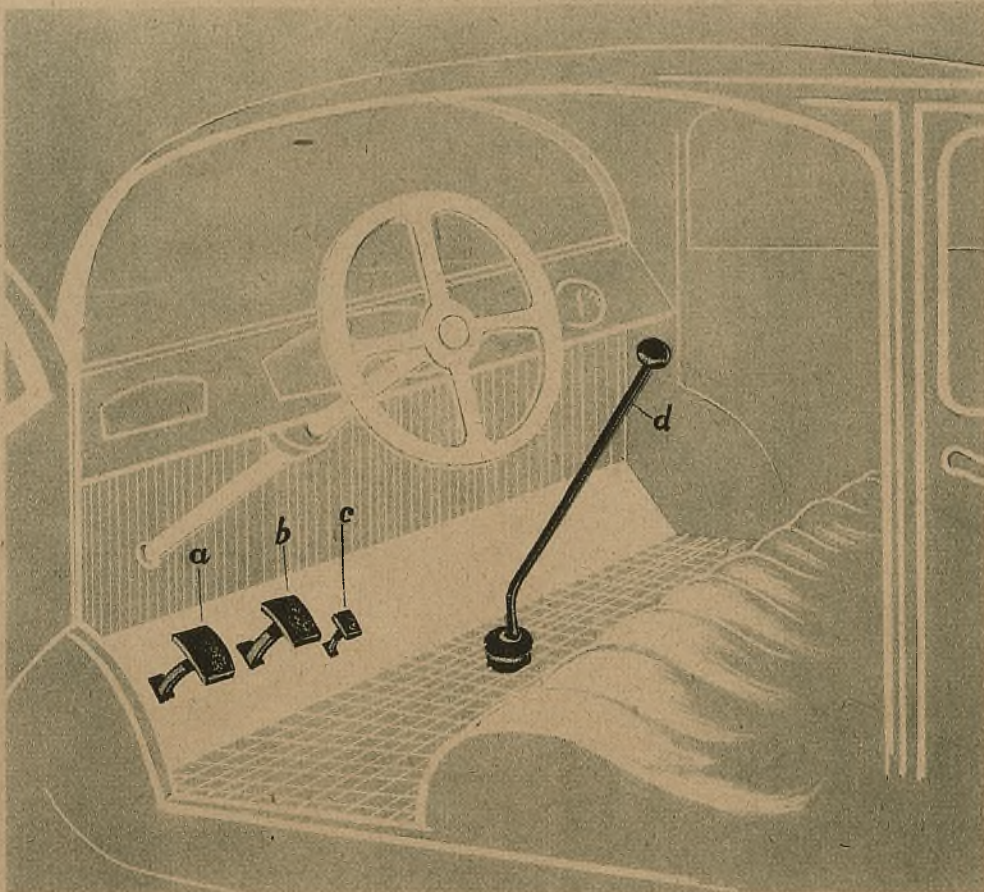
Obecnie pary do poruszania samochodów nie stosuje się już zupełnie. Napęd nowoczesnego samochodu pochodzi prawie wyłącznie od silnika wybuchowego benzynowego, a samo podwozie też niewiele przypomina swój pierwowzór z przed stu siedemdziesięciu lat.

Zasadniczym elementem konstrukcyjnym podwozia jest rama zbudowana przeważnie ze stalowych profilów w kształcie litery C, do której przymocowuje się karoserię i na której, jak na szkielecie, umieszczone są wszelkie mechanizmy służące do poruszania, kierowania i zatrzymywania samochodu. Na ryc. 3 mamy widok podwozia samochodowego. Jak widzimy, jest ono dość skomplikowane. W celu łatwiejszego zrozumienia działania poszczególnych elementów wydzieliśmy na rysunku następnym (ryc. 4) sam mechanizm napędowy, który jest przedstawiony schematycznie.



Ryc. 4.

Główną częścią mechanizmu napędowego jest silnik (a), będący źródłem mocy potrzebnej do poruszania samochodu. Silnik w większości samochodów umieszczony jest z przodu i osłonięty blaszaną pokrywą, tzw. „maską”. Ruch obrotowy wału silnika jest przenoszony za pośrednictwem przekładni napędowych na tylne koła. Na przekładnie napędowe składają się: sprzęgło (b), skrzynka biegów (c), przekładnia napędowa osi (f) i dwie półosi (g).



Ryc. 5.

Cel istnienia tych urządzeń w mechanizmie przenoszącym ruch z silnika na koła jest następujący:

Jedną z charakterystycznych cech silnika wybuchowego, a więc takiego, który jest najczęściej stosowany w samochodach, jest ta, że ilość obrotów jego nie może spaść poniżej pewnego minimum wynoszącego około 400 obr./min. Jeśli z jakiegokolwiek powodu granicą ta zostanie przekroczona, silnik zatrzyma się w gwałtowny sposób. Dlatego musi istnieć urządzenie, które pozwoli odłączyć silnik od kół, np. w chwili gdy się samochód zatrzymuje. Urządzeniem takim jest sprzęgło. Budową jego zajmiemy się później. Na razie wystarczy nam wiedzieć, że odłączenie silnika od mechanizmu przenoszącego ruch na koło za pomocą sprzęgła odbywa się w sposób dość prosty, a mianowicie przez naciśnięcie pedału widocznego na ryc. 5 (a), który w każdym samochodzie znajduje się z lewej strony kierownicy. Ponowne połączenie silnika z mechanizmem przenoszącym ruch na tylne koła następuje przy puszczeniu pedału. Pedal ten bardzo często nazywają sprzęgłem, choć on sprzęgłem nie jest, a służy tylko do jego włączania i wyłączania.

Przy okazji wyjaśnimy role, które spełniają pedały widoczne obok pedału sprzęgła na rys. 5. Pedal (b) służy do zatrzymywania samochodu. Zwany jest on popularnie „hamulcem“ i w każdym samochodzie znajduje się po prawej stronie kierownicy symetrycznie do pedału sprzęgła.

Mały pedal obok hamulca jest tzw. „gazem“ lub akceleratorem, i naciśnięcie jego powoduje szybszy obrót silnika, a więc i szybsze poruszanie się samochodu (c).

Wróćmy jednak do mechanizmu przenoszącego ruch na tylne koła. Następnym jego elementem jest skrzynka biegów, stanowiąca układ kół zębatach, które można względem siebie przesuwać za pomocą drażka (d), ryc. 5. Pozwala ona, przy odpowiednim ułożeniu kół zębatach, na stałe odłączenie silnika od tylnych kół i wtedy silnik może swobodnie obracać się także i przy puszczonej pedale sprzęgła. Drugim zadaniem skrzynki biegów jest umożliwienie stosowania różnych stosunków prędkości obrotów kół i silnika, co bardzo dodatnio wpływa na wykorzystanie mocy silnika.

Ze skrzynki biegów ruch obrotowy przenosi się za pośrednictwem wału napędowego do przekładni napędowej osi, zwanej dyferencjałem. Przekładnia ta jest skonstruowana w ten sposób, że pozwala kołom napędzanym wykonywać różne ilości obrotów w czasie, gdy samochód zakręca i drogi przebywane przez koło zewnętrzne i wewnętrzne różnią się co do długości. Ruch obrotowy z dyferencjału do kół przenosi się za pomocą dwu półosi, które zwykle umieszczone są wraz z całym skomplikowanym układem kół zębatach dyferencjału we wspólnej osłonie, zwanej tylnym mostem.

Silnik, sprzęgło i skrzynka biegów są zmontowane bezpośrednio na ramie, natomiast tylny most połączony jest z ramą za pośrednictwem resorów. Podczas napotykania przez jadący samochód nierówności terenowych osi kół zbliżają się do ramy. Wynika z tego, że wał napędowy musi mieć możliwość zginania się, i w rzeczywistości ją posiada. Zawdzięcza to przegubowi znajdującemu się na nim tuż za skrzynką biegów. Ryc. 4 (d).

F. K.



Pasowania i tolerancje

Dawno minęły te czasy, kiedy przy montażu maszyny dopasowywano części za pomocą pilnika i młotka, mordując się z każdą nieraz przez kilka tygodni, aż dopóki nie zaczęła ona działać, co prawda nieco kulawo, wskutek zbyt dużych luzów i niedokładnego względem siebie ustawienia części.

Dzisiaj wymaga się nie tylko szybkiego montażu nowej maszyny, ale również możliwości wymiany uszkodzonych części maszyny już pracujących.

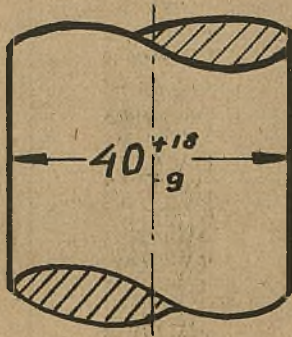
Sami wiemy, ile kosztów i trudu wymaga specjalne dorobienie nawet zupełnie prostej części, gdy zabraknie jej na składzie, a i tak, jeśli pokonawszy te trudności dorobimy daną część, okazuje się ona najczęściej znacznie mniej trwała oraz dużo droższa od oryginalnej. Nie dysponujemy bowiem w małym warsztacie tymi materiałami i sposobami obróbki, co wielkie zakłady przemysłowe, które mają olbrzymią praktykę, wytwarzając dane części seriami setek

tysięcy sztuk. A każda sztuka z tych setek tysięcy musi dokładnie pasować i móc współpracować z każdą z innych setek tysięcy części wytwarzanych często nawet w innej fabryce.

Jak z tego widać, podstawową zasadą seryjnej i masowej produkcji jest wymiennosc części, która polega na wytwarzaniu z zachowaniem określonej dokładności wykonania.

Absolutna dokładność wykonania jest nieosiągalna. Możemy wykonać dany przedmiot tylko z większą lub mniejszą dokładnością, zależnie od staranności obróbki. Z góry przewidujemy pewne odstępstwo wymiarów rzeczywistych od wymiarów nominalnych przedmiotu. Dozwolone małe odchylenia, z którymi musimy się pogodzić ze względu na niedoskonałość naszych narzędzi zarówno obróbki jak i pomiarowych, nazywamy „tolerancjami“.

Inaczej powiedziawszy tolerancja będzie to różnica pomiędzy największym a najmniejszym wymiarem



Ryc. 1.

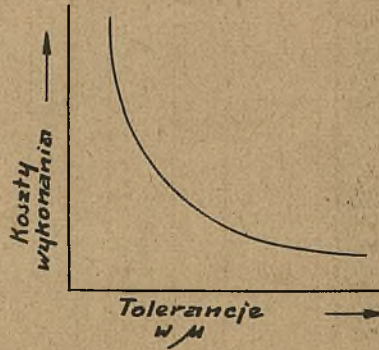
dopuszczalnym. Wymiar, dla którego ustalono górną i dolną granicę, nazywa się „tolerowanym“ i określa się przez dopisanie u góry do wymiaru nominalnego odchyłki górnej, a u dołu odchyłki dolnej.

Odchyłki i tolerancję wyrażamy w mikronach czyli tysięcznych częściach milimetra $1\mu = \frac{1}{1000}$ mm.

Na przykład na rysunku 1 nominalny wymiar średnicy wału wynosi 40 mm, odchyłka górna = +18, a dolna = -9, największym więc wymiarem dopuszczalnym będzie 40,018 a najmniejszym 39,991 mm. Naturalnie im węższe podamy tolerancje, tym koszt wykonania będzie wyższy, potrzeba bowiem będzie więcej czasu na obróbkę, oraz konieczne jest nieraz użycie przyrządów pomiarowych bardzo skomplikowanych.

Ryc. 2 podaje krzywą zależności kosztów produkcji od dokładności wykonania. Jak widać z przebiegu krzywej, koszty wykonania wzrastają gwałtownie wraz z dokładnością obróbki.

Najczęściej napotykanym połączeniem w układach mechanicznych jest pasowanie wału i otworu, przeto dla umożliwienia wymiany i ujednostajnienia stopnia dokładności wykonania przez różne zakłady przemysłowe całego świata ułożono Międzynarodowy Układ Tolerancji Podstawowych, tzw. I. S. A. (International Federation of the National Standard-



Ryc. 2.

izing Associations). Przewiduje ona 16 klas dokładności wykonania (patrz tabela).

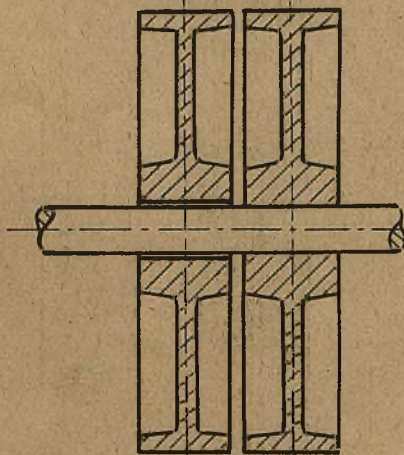
Wałki lub otwory, wykonane z dokładnością odpowiadającą klasom od 1 do 4 włącznie, mogą służyć jako sprawdziany i przeciwsprawdziany, dokładności klasy 5 do 11 obejmują części maszyn, zaś klasy 12 do 16 odnoszą się do wykonywania odkuć, części tłoczonych, wyginanych, odlewów oraz do niepracujących powierzchni części obrabianych.

Wielkość tolerancji wzrasta wraz z numeracją klasy (im wyższa klasa tym mniej dokładne wykonanie) oraz zależna jest od średnicy wykonywanego otworu lub wału; mniejszym średnicom odpowiadają mniejsze tolerancje, większym — większe.

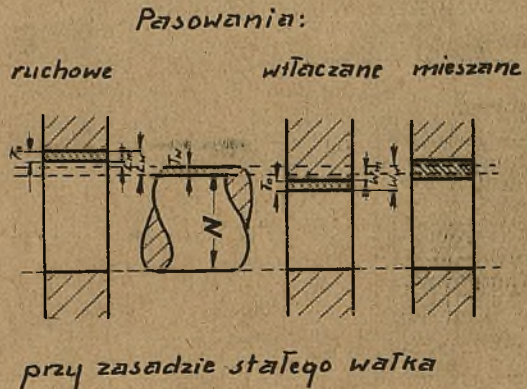
Międzynarodowy układ pasowań obejmuje zasadę stałego otworu oraz zasadę stałego wałka.

Zasadę stałego wałka możemy sobie łatwo uzmysłwić obserwując dwa koła osadzone na jednym i tym samym wale, jedno osadzone luźno, dla biegu jałowego, a drugie zamocowane na stałe, w celu przeniesienia ruchu. Pomimo, że otwory w piastach obu kół wykonywane są dla jednej i tej samej średnicy nominalnej (w tym wypadku wału), jednakże rzeczywiste ich średnice różnią się między sobą (ryc. 3). Pasowanie koła luźnego będzie należało do pasowań ruchowych, zaś pasowanie koła stałego będzie pasowaniem wciskowym.

Schemat tych pasowań przedstawiony jest na ryc. 4. Wał, którego średnica nominalna wynosi N,



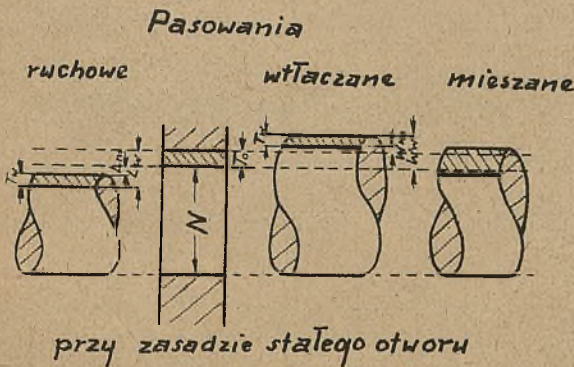
Ryc. 3.



Ryc. 4.

Międzynarodowy układ pasowań

Nazwa pasowań		K l a s y p a s o w a ń					
		6/5	7/6	8/7	9/8	10	11
ruchowe	Przestronne b. luźne			H8/a10 A10/h8	H9/a11 A11/h9	H10/a12 A12/h10	H11/a11 A12/h11
	Przestronne luźne			H8/b9 B9/h8	H9/b10 B10/h9	H10/b11 B11/h10	H11/b11 B11/h11
	Przestronne zwykłe			H8/c9 C9/h8	H9/c10 C10/h9	H10/c11 C11/h11	H11/c11 C11/h11
	Obrotowe b. luźne		H7/d9 D9/h7	H8/d9 D9/h8	H9/d10 D10/h9	H10/d11 D11/h10	H11/d11 D11/h11
	Obrotowe luźne		H7/e8 E8/h7	H8/e9 E9/h8	H9/e9 E9/h9	H10/e10 E10/h10	
	Obrotowe zwykłe		H7/f7 F7/h7	H8/f8 F8/h8	H9/f8 F9/h8		
	Obrotowe ciasne	H6/g5 G6/h5	H7/g6 G7/h6	H8/g7 G8/h7			
mieszane	Suwliwe	H6/h5 H6/h5	H7/h6 H7/h6	H8/h7 H8/h7	H9/h8 H9/h8	H10/h10 H10/h10	H11/h11 H11/h11
	Przylgowe	H6/j5 J6/h5	H7/j6 J7/h6	H8/j7 J8/h7			
	Lekko wciskane	H6/k5 K6/h5	H7/k6 K7/h6	H8/k7 K8/h7			
	Zwykłe wciskane	H6/m5 M6/h5	H7/m6 M7/h6	H8/m7 M8/h7			
	Mocno wciskane	H6/n5 N6/h5	H7/n6 N7/h6	H8/n7 N8/h7			
stłaczane	B. lekko właczane		H7/p6 P7/h6	H8/p7 P8/h7			
	Lekko właczane		H7/r6 R7/h6	H8/r7 R8/h7			
	Zwykłe właczane		H7/s6 S7/h6	H8/s7 S8/h7			
	Mocno właczane		H7/t6 T7/h6	H8/t7 T8/h7			
	B. mocno właczane		H7/u6 U7/h6	H8/u7 U8/h7			



Ryc. 5.

posiada tolerancję T_w , odpowiednią do swojej klasy dokładności wykonania oraz do wielkości swej średnicy. Otwór panewki koła luźnego musi posiadać odpowiednio większą średnicę, aby pozwolić na obrót koła względem wału.

Najmniejsza dopuszczalna średnica otworu musi być większa od największej dopuszczalnej średnicy wałka, czyli tolerancje T_o (otworu) nie może się zazębiać z tolerancją T_w (wałka), przeciwnie, musi istnieć pomiędzy nimi pewien luz. L_m będzie luzem najmniejszym i będzie on istniał w wypadku, gdybyśmy wykonali wałek najgrubszy, o największej dopuszczalnej średnicy, zaś otwór o najmniejszej średnicy dopuszczalnej. Na odwrót, jeśli wykonany wałek będzie posiadał najmniejszą dopuszczalną średnicę a otwór największą, otrzymamy wtedy największy luz L_w . Inaczej jest w pasowaniu włączanym. Tam największa dopuszczalna średnica otworu musi być mniejsza od najmniejszej dopuszczalnej średnicy wału, czyli obszar tolerancji otworu T_o musi leżeć poniżej tolerancji wałka T_w . Koło nasadzić na wał możemy tylko wywierając nań pewną, dość znaczną siłę w celu pokonania oporu zgniotu cząsteczek metalu na powierzchni otworu. Analogicznie do luzów w pasowaniu ruchowym mamy w pasowaniu włączanym najmniejszy wcisk W_m i największy wcisk W_w .

Jak widać z rysunku, tolerancja pasowania T_p równa jest sumie tolerancji wykonania otworu i wału, czyli: dla pasowań ruchowych:

$$T_p = L_w - L_m = T_o - T_w$$

zaś dla pasowań włączanych

$$T_p = W_w - W_m = T_o - T_w$$

Istnieją jeszcze pasowania mieszane, w których obszary tolerancji wałka i otworu pokrywają się, względnie zazębiają (ryc. 4), w zależności od przypadku otrzymamy tu raz pasowanie ruchowe, a raz wciskane.

Podobnie przedstawiają się pasowania przy zasadzie stałego otworu (ryc. 5). W otwór wzorcowy o średnicy nominalnej N i tolerancji T_o , odpowiedniej dla swojej klasy i średnicy, wsuwamy wały o różnej średnicy, uzyskując wszelkiego rodzaju pasowania.

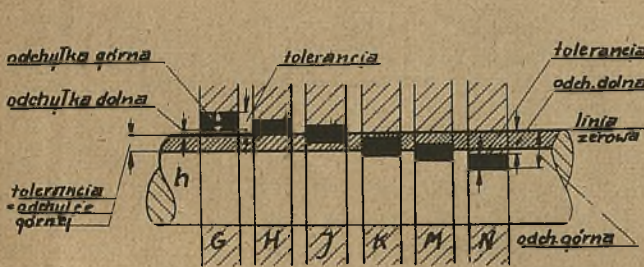
Każda z klas tolerancji układu ISA przewiduje dla dowolnego wymiaru pewną ilość otworów i wałków o jednakowych tolerancjach podstawowych, odpowiadających danej klasie i danemu zakresowi średnic, lecz różniących się odchyłkami dolną i górną, tak jak to schematycznie przedstawiono na rycinie 6. Naturalnie wielkość tolerancji i odchyłek w stosunku do średnicy wałów lub otworów jest wielokrotnie przesadzona. Rycina 6a odnosi się do zasady stałego wałka, zaś ryc. 6b do zasady stałego otworu. Wałki oznacza się literami małymi, otwory dużymi.

W połączeniu z podstawowym otworem (lub wałkiem) wałki (lub otwory) oznaczone odpowiednimi symbolami literowymi dają następujące pasowania.

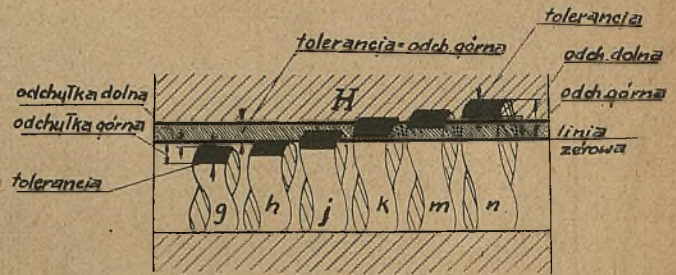
- A lub a — przestronny b. luźny (otwór lub wałek)
- B „ b — przestronny luźny „ „ „
- C „ c — przestronny zwykły „ „ „
- D „ d — obrotowy b. luźny „ „ „
- E „ e — obrotowy luźny „ „ „
- F „ f — obrotowy zwykły „ „ „
- G „ g — obrotowy ciasny „ „ „
- H „ h — suwliwy l. podstawowy „ „ „
- J „ j — przylgowy „ „ „
- K „ k — lekko wciskany „ „ „
- M „ m — wciskany zwykły „ „ „
- N „ n — mocno wciskany „ „ „
- P „ p — b. lekko włączany „ „ „
- R „ r — lekko włączany „ „ „
- S „ s — włączany zwykły „ „ „
- T „ t — mocno włączany „ „ „
- U „ u — b. mocno włączany „ „ „

Otwór podstawowy, dla którego dobieramy odpowiednie wałki, oznaczamy literą „H” (co oznacza również pasowanie suwliwe), stawiając przy niej numer odpowiedniej klasy dokładności wykonania: np. H3, H5 itp.; wałek podstawowy oznaczamy literą „h” również stawiając przy niej znak klasy np.: h6, h11 itp. Pasowanie np. lekko wciskane dla klasy 8-ej przy zasadzie stałego wałka oznaczać się będzie symbolami K8/h8, zaś obrotowe luźne klasy 10-ej dla zasady stałego otworu będzie H10/h10. Te literowe symbole mają na celu skrócenie opisu danego pasowania. Łatwiej i krócej jest przecież napisać H7/m7 niż „pasowanie lekko wciskane klasy siódmej przy zasadzie stałego otworu”. Symbolami tymi oznacza się również sprawdziany do wykonywania otworów i wałków.

Tablica I podaje nam układ pasowań u nas używanych. Pasowania uprzywilejowane, powszechnie stosowane, są podkreślone, pozostałe stosuje się wtedy, gdy użycie ich jest bezwzględnie korzystniejsze od pasowań uprzywilejowanych. Bardzo często kojarzy się otwory i wałki należące do różnych klas tolerancji, przy czym otwór zwykle jest mniej dokładnie wykonany, ponieważ obróbka jego jest trudniejsza. Np. H7/p6 (pasowanie b. lekko włączane), F9/h8 (pasowanie obrotowe zwykłe). Rozpatrując symbol literowy pasowania bardzo jest łatwo wnioskować, przy jakiej zasadzie pasowanie to się



Ryc. 6a.



Ryc. 6b.

odbywa. Jeśli występuje w symbolu litera duża „H”, to pasowanie odbywa się przy zasadzie stałego otworu; gdy zaś małe „h”, jest to pasowanie przy zasadzie stałego wałka. Gdy spotkamy symbol, w którym występuje i „H” i „h”, to znaczy, że mamy do czynienia z pasowaniem suwliwym, w którym oba elementy są podstawowe.

Klasy pasowań, podane na tablicy I, posiadają zastosowanie następujące:

Klasa od 1 do 4 — sprawdziany i przeciwsprawdziany.

Klasa 6/5 — niektóre części silników szybkobieżnych: lotniczych, samochodowych, motocyklowych itp. Pasowania b. dokładne.

Klasa 7/6 — silniki szybkobieżne, obrabiarki, części samochodowe i motocyklowe, przyrządy do obróbki seryjnej, niektóre części silników wolno- i średniobieżnych itp. Pasowania dokładne.

Klasa 8/7 — mniej ważne części maszyn wyżej wymienionych itp. W ogóle stosuje się do maszyn średnio dokładnych. Pasowania średnio dokładne.

Klasa 9/8 — maszyny średnio dokładne. Pasowania średnio dokładne.

Klasa 10 — maszyny średnio i mało dokładne. Pasowania mało dokładne.

Klasa 11 — maszyny mało dokładne. Pasowania z grubsza.

Poza tym przy rozmaitych procesach fabrykacyjnych stosuje się następujące dokładności:

Klasa 9/11 — odlewy wtryskowe i pod ciśnieniem, tłoczenie blach, wycinanie blach.

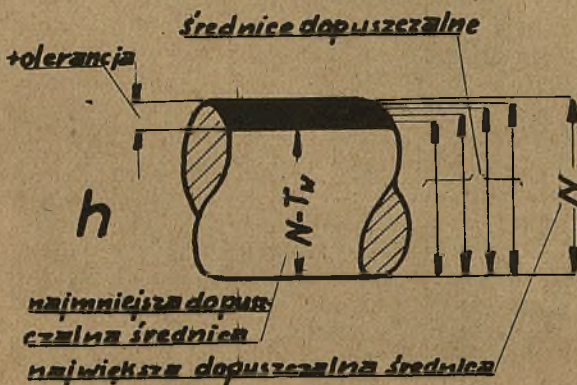
Klasa 11/12 — odlewy kokilowe, wyginanie blach, kucie i prasowanie w matrycach dokładnych.

Klasa 13/14 — odlewy z formowania ręcznego, walcowanie, kucie w matrycach zwykłych.

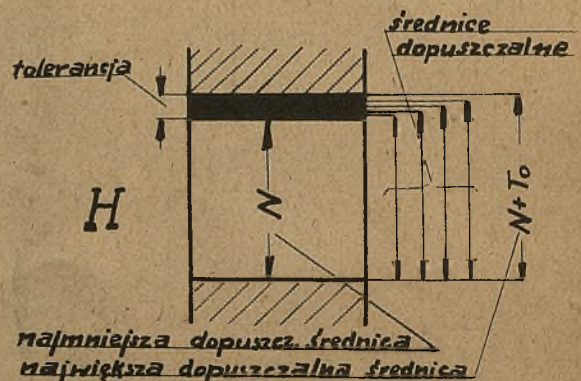
Klasa 15/16 — kucie ręczne.

Odchyłki dla wałka i otworu podstawowych (to jest do których dobieramy pasowania), mają pewną charakterystyczną cechę. Mianowicie największą średnicą dopuszczalną dla wałka podstawowego jest średnica nominalna N . Wobec tego odchyłka górna wynosi zero, zaś dolna równa jest tolerancji T_w . Oznaczmy więc wymiar wałka podstawowego $N - T_w$, bowiem odchyłki zerowej nie wpisuje się. Wałek podstawowy musi więc być cieńszy lub najwyżej mieć taką średnicę, jak by to wypadło z jego wymiarów nominalnych (ryc. 7a). Otwór podstawowy posiada najmniejszą średnicę dopuszczalną, równą średnicy nominalnej, zaś wszystkie inne średnice dopuszczalne będą od niej większe (ryc. 7b). Tolerowany wymiar otworu podstawowego będzie więc $N + T_o$, bowiem dolnej odchyłki jako zerowej nie piszemy. Dopuszczalne średnice zawierac się więc będą pomiędzy średnicą nominalną (N), a średnicą nominalną + tolerancja ($N + T_o$).

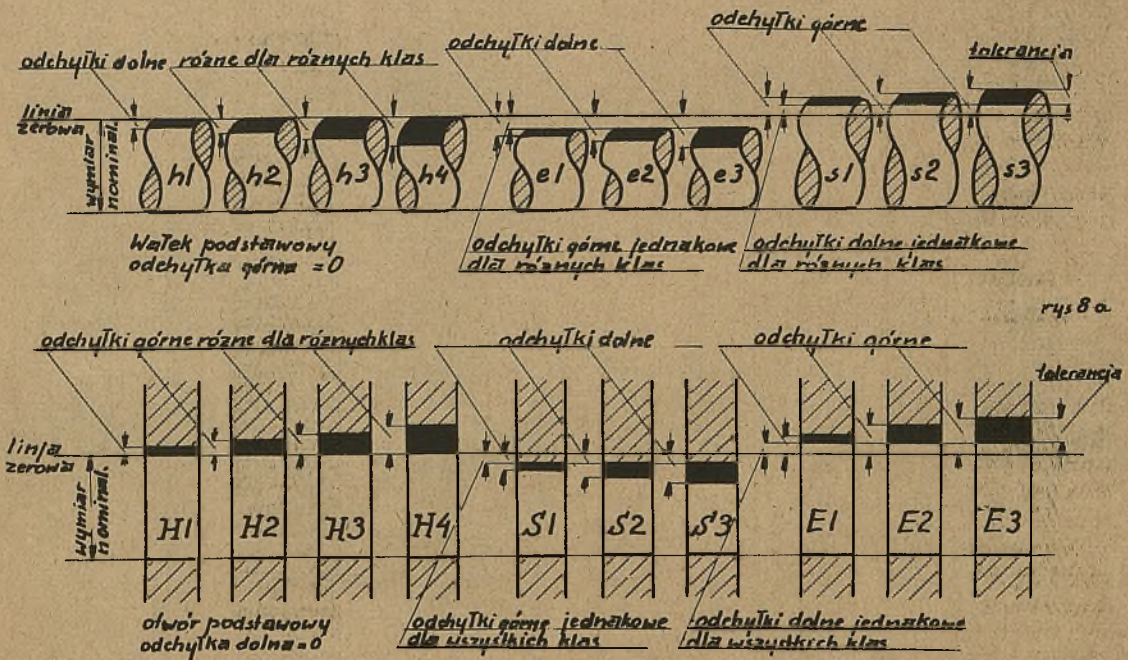
Odchyłki dla wałka podstawowego przedstawione są schematycznie na ryc. 8a. W zależności od klasy dokładności pola tolerancji rosną, jednakże odchyłka górna stale pozostaje równa zero, rośnie tylko odchyłka dolna wraz z numeracją klas. Ryc. 8b przedstawia ten sam schemat dla otworu podstawowego. Tutaj odchyłka dolna pozostaje zerowa, zaś rośnie odchyłka



Ryc. 7a.



Ryc. 7b.



Ryc. 8a i 8b.

górną. Jeśli będziemy obserwować zmianę odchyłek w zależności od numeru klasy tolerancji już nie dla wałka podstawowego, lecz dla jakiegokolwiek innego wałka np. „e” lub „s”, to okaże się, że pola ich tolerancji są jednakowo odległe od linii zerowej. Zmienia się tylko wielkość pół ich tolerancji. Naturalnie to samo odnosi się i do otworów (ryc. 8).

Górne i dolne odchyłki od wymiarów nominalnych zebrane są w specjalnych tabelach w zależności od klasy i rodzaju pasowania oraz zakresu średnic. Tymi tabelami posługujemy się przy projektowaniu pasowań.

Żadna z klas nie zawiera wszystkich rodzajów pasowań. Np. przy pasowaniu luźno obrotowym nie będziemy stosowali dużych dokładności obróbki, ponieważ pociągnęło by to za sobą tylko niepotrzebny wzrost kosztów, bowiem luzy odpowiadające temu pasowaniu pokrywają z łatwością większe niedokładności wykonania (tolerancje). Na odwrót przy pasowaniu ciasno obrotowym nie zastosujemy obróbki zgrubnej, bowiem łatwo pasowanie to mogło by się zamienić na luźno obrotowe lub wciskane (ryc. 9).

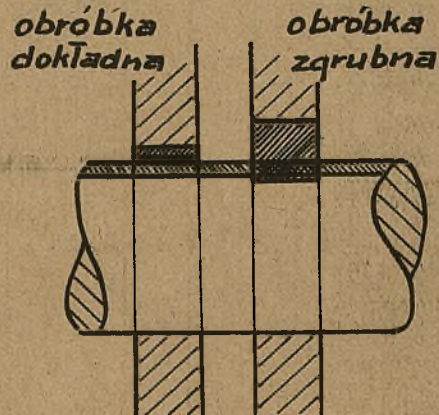
Na zakończenie należy omówić zastosowanie i wybór układu pasowań. Zasady stałego otworu i stałego wału rywalizują ze sobą. Decydować o wyborze będą: łatwość dokonywania odpowiednich pomiarów, mniejsze lub większe trudności obróbki, wreszcie względy konstrukcyjne.

Ogólnie biorąc, mierzenie otworów nastęrcza więcej trudności niż mierzenie wałków, zwłaszcza otwory głębokie i ślepe wymagają zastosowania specjalnych przyrządów pomiarowych. Pomiary otworów powinny więc być proste i nieliczne. Wały zaś mierzyć jest łatwo.

Obróbka w zwykłych warunkach warsztatowych prościej się przedstawia przy zasadzie stałego otworu. Gdyby odchylenia od średnicy nominalnej dotyczyły

otworów a nie wałów, koszty nabycia wiertel i rozwiertaków byłyby bardzo duże, ponieważ każda średnica otworu dla każdego poszczególnego pasowania wymaga odrębnego rozwiertaka. Rozwiertaki nastawne, które umożliwiają regulowanie średnicy, są zawodne w użyciu. Na odwrót zaś szlifierka jest maszyną uniwersalną i pozwala na obróbkę wałów o dowolnej średnicy. Z tych to względów małe i średnie warsztaty mechaniczne stosują zasadę stałego otworu.

Jeśli jednak rozpoczynamy produkcję masową, omawiane poprzednio warunki mogą się całkowicie zmienić. Koszt nabycia narzędzi nie posiada wówczas decydującego znaczenia, zaś odpadają koszty szlifowania wałów na różne średnice. Względę konstrukcyjne na ogół przemawiają na korzyść stosowania zasady stałego wału, unika się bowiem wtedy licznych odsadzeń na wałach. Wyjątek pod tym względem stanowią obrabiarki. Stosuje się tu zasadę stałego otworu ze względu na złożoną konstrukcję, liczne



Ryc. 9.

wpuszki na wałach i konieczność demontażu. Przy produkcji wszelkich innych mechanizmów, jak samochodów, lokomotyw, maszyn rolniczych, drukarskich, tkackich, papierniczych itp., stosuje się zasadę stałego wału. Spotykamy ją zawsze w budowie pędni, gdzie wały z odsadzeniami dla poszczególnych pasowań byłyby znacznie droższe od gładkich.

Można powiedzieć, że w ogólnej produkcji zasada stałego wału bierze górę nad zasadą stałego otworu,

choć poprzednio ta ostatnia wydawała się korzystniejsza; spowodowane to było stanowiskiem wytwórni obrabiarek, które krocząc na czele postępu narzucały swój wybór innym gałęziom przemysłu. Z chwilą jednakże, gdy cały przemysł metalowy przeszedł na wytwarzanie wymienne, okazało się, że stanowisko producentów obrabiarek jest raczej wyjątkiem, niż zasadą.

I. Kahl.



Wytwarzanie Stali

Część 3.

A. Surowiec

Surowiec wyprodukowany w wielkim piecu przechodzi dalej różne przemiany, bądź to jeszcze na terenie tejże samej huty w piecach Martina, konwertorach Thomasa lub Bessemera, piecach elektrycznych itd., albo nieraz w bardzo odległej odlewni.

Skład chemiczny jak i postać surowca zależne są tak od warunków wytwarzania w danej hucie (ruda, paliwo), jak i od przeznaczenia surowca. Surowiec przeznaczony np. dla odlewni żeliwa zwykłego i kowalnego może być w dwóch postaciach: szary i biały. Nazwy te pochodzące od barwy złomu, zależą od postaci, w jakiej węgiel (C) znajduje się w surowcu. Surowiec szary zawiera węgiel przeważnie w formie grafitu, surowiec biały w postaci Fe_3C cementytu. Ale cementyt rozpada się na węgiel i żelazo pod wpływem krzemu, zawartego w tym metalu; dodatek manganu w surowcu utrudnia tę przemianę. Przy jednakowej zawartości węgla w surowcu szarym i białym, różna barwa przełomu (i ściśle z tym związana budowa wewnętrzna) zależą nie tylko od zawartości krzemu i manganu w surowcach, ale i od szybkości stygnięcia (w formach piaskowych lub metalowych). Stygnięcie szybkie i zawartość manganu dają surowiec biały, przy powolnym stygnięciu i większej zawartości krzemu otrzymujemy surowiec szary. A więc zależnie od tylu czynników możemy otrzymać różne złomy i o wartości surowca decyduje głównie jego skład chemiczny, a więc zawartość węgla C, krzemu Si, manganu Mn, fosforu P i siarki S. Zawartość węgla może dochodzić do 5%. Surowiec dla konwertorów Bessemera musi zawierać dużo krzemu — około 2%, a dla konwertorów Thomasa — 2,2% fosforu.

Do różnych procesów przy produkcji stali i żelaza z surowca potrzebne są dodatki żelazokrzemu i żelazomanganu wytwarzanych w piecach elektrycznych.

B. Mieszalnik

Praca wielkiego pieca jest ciągła. Produkuje się w równych odstępach czasu wielkie ilości surowca.

Aby nie tracić ciepła, zawartego w płynnym surowcu, racjonalnie jest od razu ten surowiec zużywać (nie wymaga to ponownego kosztownego przetapiania), albo, jeśli to nie możliwe, przechowywać stopiony surowiec w specjalnych zbiornikach, zwanych mieszalnikami. Nawet przy natychmiastowym zużywaniu stalownia potrzebuje często mniejszych ilości surowca niż jednorazowy spust wielkiego pieca, a możliwe są także i uszkodzenia pieców stalowni, co może na jakiś czas zahamować normalną pracę. W mieszalniku nieogrzewanym (są również ogrzewane) surowka nie zakrzepnie przez dłuższy czas.

Oprócz tego zadania mieszalnik spełnia jeszcze dwa inne: 1. gromadząc wielkie ilości surowca, nawet ponad 1000 ton, ujednostajnia jego skład, 2. w mieszalniku przeprowadza się częściowo bardzo ważną reakcję odsiarczania.

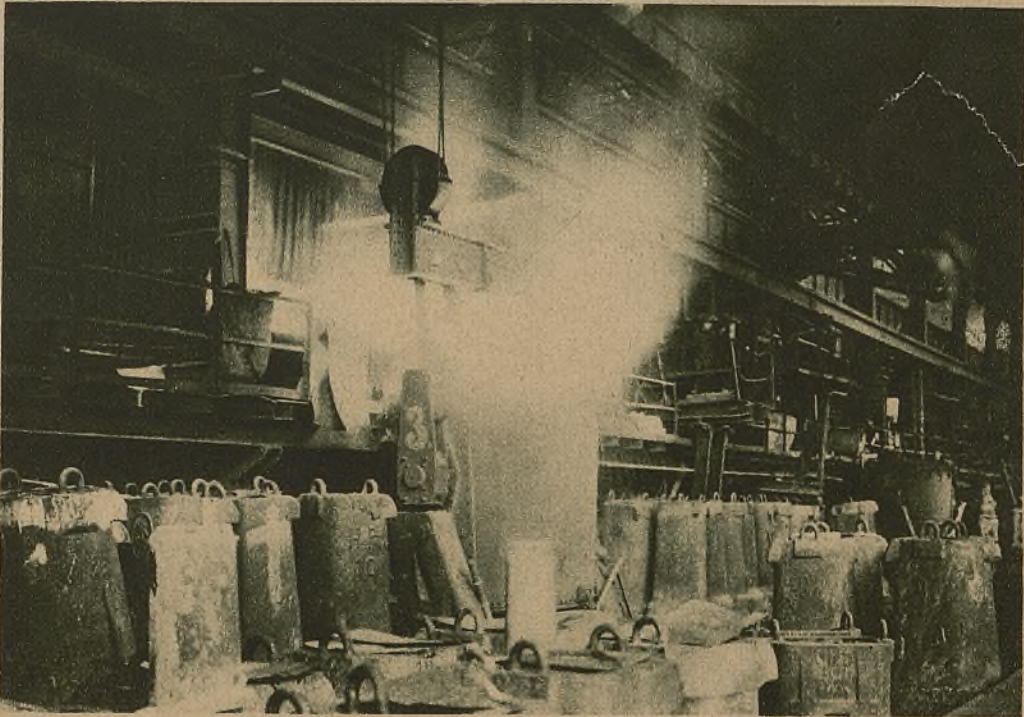
Mieszalnik ma kształt walcowego naczynia obracalnego dokoła osi poziomej, o grubości ścian około 50 cm, wyłożonego cegłami ogniotrwałymi różnego rodzaju, zależnie od charakteru surowca. Mieszalniki ogrzewane są zwykle większych wymiarów i podobne w konstrukcji do pieca Martina.

Odsiarczanie w mieszalniku, mające na celu zmniejszenie zawartości siarki, tej najbardziej szkodliwej domieszki, odbywa się przy pomocy manganu w temperaturze niższej od 1350° (zwykle około 1200°). W temperaturach wyższych, np. 1500° , odsiarczenie jest bardzo trudne. Odsiarczanie zachodzi również w wielkim stopniu w kadzi — przy przewozie surowca z wielkiego pieca. Graniczna dopuszczalna zawartość siarki dla stali wynosi 0,05%. Oprócz odsiarczania możliwe jest również w mieszalnikach odfosforzanie surowca, o ile wyprawa mieszalnika jest zasadowa (magnezyt albo dolomit).

C. Wyrób stali

Surowiec z wielkiego pieca zawiera za dużo węgla; aby otrzymać stal trzeba wypalić węgiel w procesie zwanym świeżeniem.

W sposobie Bessemera (od 1855 r.) świeżenie



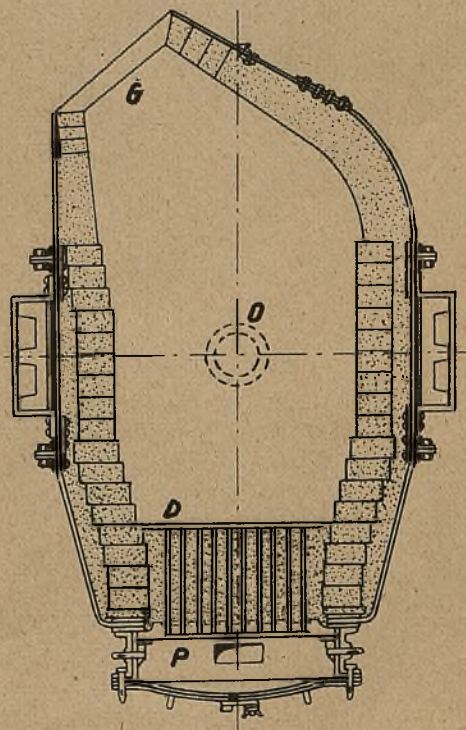
Ryc. 1. Fragment stalowni.

odbywa się w konwertorze, co powstało z wyrazu angielskiego „converter“ (ryc. 2). Konwertor jest opancerzony blachą żelazną. Pas otaczający go jest dość luźny, aby umożliwić rozszerzalność przy zmianach temperatur. Obracanie konwertora odbywa się dokoła osi poziomej przy pomocy napędu hydraulicznego lub elektrycznego. Od dołu znajduje się skrzynia nadmuchowa, z której powietrze przedostaje się do wnętrza długimi kanałami. Wlot powietrza musi być umożliwiony w każdym położeniu konwertora a więc rura doprowadzająca musi przechodzić przez oś obrotu. Wielkość konwertora jest taka, aby na każdą tonę surowca przerabianego przypadła 1 m^3 objętości, a więc tylko około $1/7$ konwertora jest zajęta przez metal, co ma na celu zabezpieczenie przed rozpryskiwaniem przy świeżeniu. Pojemność konwertora wynosi 3 do 30 ton surowca. Wyprawę stanowią tu cegły krzemionkowe. Konwertor wytrzymuje 300 do 600 operacji, dno zaś — 10 razy mniej.

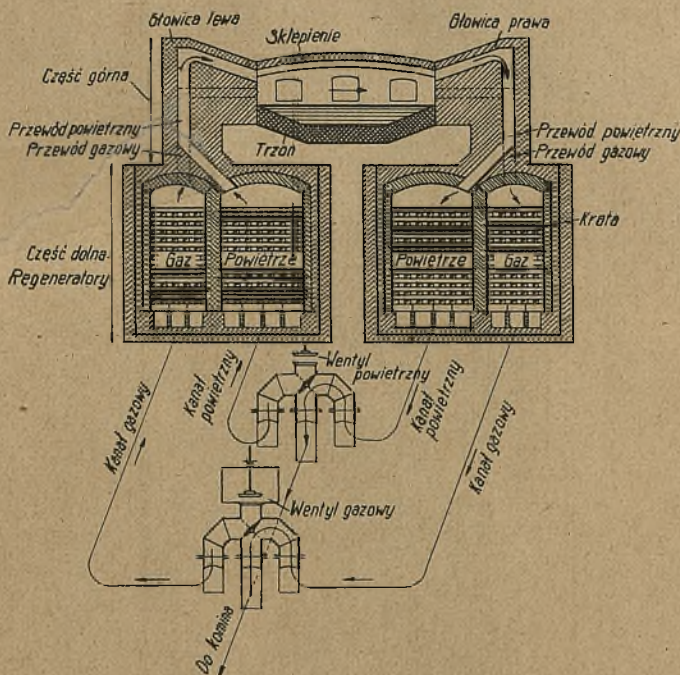
Surowiec używany w tym procesie musi zawierać krzem Si w ilości $1,5$ do 2% , który służy jako paliwo, a poza tym musi być wolny od siarki i fosforu, gdyż składników tych nie można usunąć w procesie Besseméra.

Jak odbywa się proces? Po załadowaniu zimnego konwertora koksem zapala się go i przeprowadza nagrzewanie. Po nagraniu konwertor przechyla się, opróżnia i ustawia w pozycji odpowiedniej do nalewania surowca. Przed waniem surowca wpuszcza się powietrze pod ciśnieniem około 2 atm. (ciśnienie uniemożliwi zalanie otworów w dnie przez surowiec). Następnie ustawia się konwertor pionowo i przeprowadza proces, który będzie trwał około 18 do 19 minut.

Najpierw spala się żelazo (tego składnika jest najwięcej) — tworząc tlenek żelaza, który znowu oddaje swój tlen krzemowi. Spalanie krzemu powoduje podwyższenie temperatury — niezbędne w tym procesie. Temperatura krzepnięcia powstającej podczas świeżenia stali jest wyższa niż surowca, a więc



Ryc. 2. Przekrój konwertora.



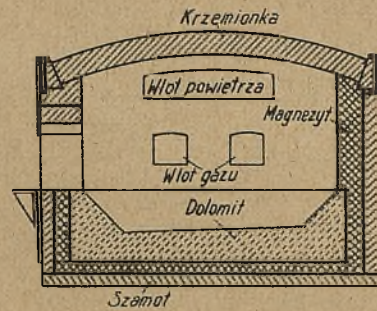
Ryc. 3. Schemat pieca Martina.

gdyby nie było krzemu jako paliwa, nie było by możliwe utrzymanie ciekłego metalu.

Rozróżniamy tu 3 okresy: 1) iskrowy: spala się krzem i mangan, powstaje dużo iskiei od wyrzucanej w powietrze krzemionki; 2) płomienny: spala się węgiel, tworząc długi fioletowy płomień wydobywający się z konwertora, 3) dymny: zaczyna się upalać żelazo. Okres trzeci jest szkodliwy i początek jego oznacza, że proces należy zakończyć, a więc przechyla się konwertor, zamyka dopływ powietrza i wylewa zawartość do kadzi. Dla oczyszczenia otrzymanej stali z tlenku żelaza dodaje się po procesie żelazokrzemu lub żelazomanganu. Najdłużej ze wszystkich okresów trwa płomienny, bo około 12 minut (okres wypalania węgla). Aby otrzymać stal o większej zawartości węgla, należy wcześniej skończyć proces. Upalenie żelaza wynosi około 12%; jest to wielka strata.

Sposób Thomasa. Większość rud europejskich zawiera dużo fosforu, a więc stosowanie procesu Bessemera, wymagającego małych zawartości fosforu w surowcu, musiało być ograniczone. W konwertorze Thomasa używany jest surowiec o dużej zawartości fosforu, bo 1,7 do 2,2%, a małej siarki i krzemu. Fosfor ten stanowi paliwo, tak jak w procesie Bessemera krzem. Konwertor Thomasa konstrukcyjnie podobny do Bessemera (ryc. 2), różni się tym, że wyłożenie jego jest z dolomitu. Na 1 tonę surowca przypada tu 1,2 m³ objętości konwertora. Do przeprowadzenia procesu potrzebne jest jeszcze wapno w ilości około 20% (upalenie fosforu).

Proces Thomasa dzielimy również na trzy okresy: iskrowy, płomienny i dymny. W procesie Bessemera najważniejszym jest okres iskrowy, podwyższający temperaturę, a okres dymny jest szkodliwy, bo spala żelazo. W procesie Thomasa jest odwrotnie — okres



Ryc. 4. Przekrój zasadowego pieca Martina.

trzeci jest ważny, bo spala się wtedy dopiero fosfor, podnosząc temperaturę przerabianego tu surowca. A więc temperatura rośnie gwałtownie pod koniec procesu i wtedy wydziela się dużo ciepła. Jest to niebezpieczne, bo zanim zajdzie końcowa reakcja może skrzepnąć surowiec, którego temperatura krzepnięcia przecież rośnie (bo maleje ilość węgla), a poza tym są straty ciepła. Cały proces trwa około 14 minut, a niebezpieczny moment przypada po upływie 5 minut.

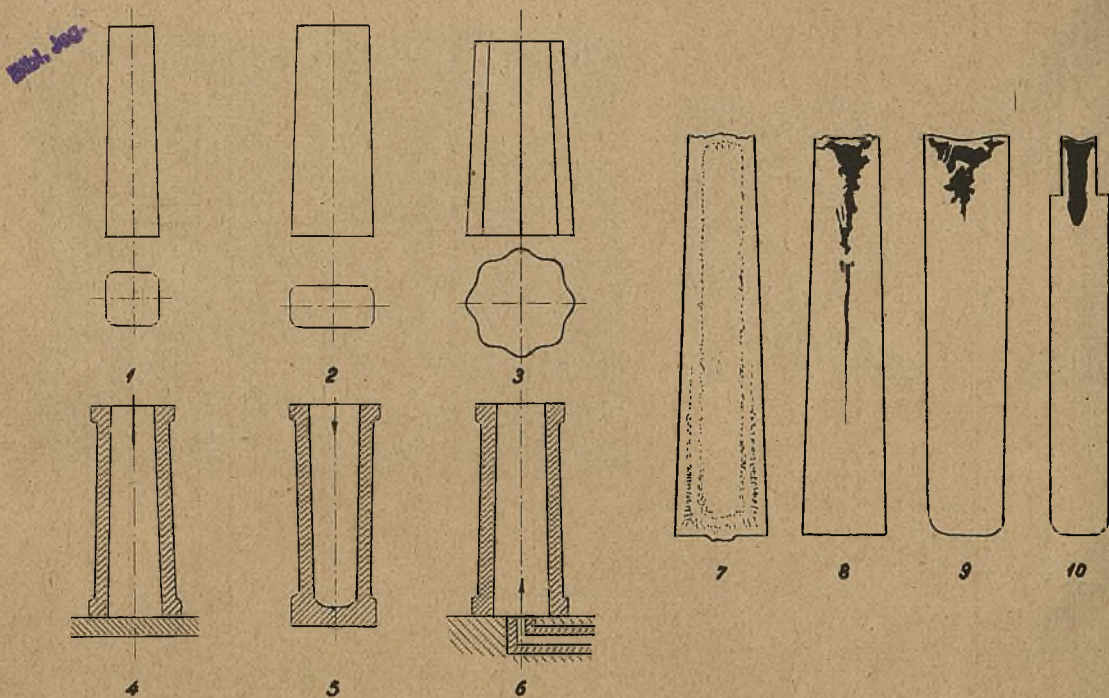
Jak z tego widać, w procesie Bessemera możemy zatrzymać wypalanie się węgla i w ten sposób regulować twardość stali. W procesie Thomasa węgiel musi się wypalić, zanim nastąpi spalanie fosforu. Żużel z tego procesu używany jest jako nawóz sztuczny (tomasyna). Straty na upalenie żelaza wynoszą 10 do 15%.

Sposób Martina. Schemat pieca Martina mamy na ryc. 3. Jest to piec płomienny opalany gazami. Temperatura w nim dochodzi do 1700°. Jako gaz palny używany jest przeważnie gaz generatorowy, nadają się jednak i inne gazy palne względnie ich mieszanki.

Do pieca Martina wchodzi ogrzane zarówno gaz palny jak i powietrze potrzebne do spalania, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie wysokiej temperatury. Ogrzewanie wstępne powietrza i gazu odbywa się w regeneratorach Siemens'a w sposób nieciągły, tzn., że najpierw ogrzewamy regeneratory gorącymi gazami spalinowymi z pieca, a następnie, po zmianie kierunku przepływu, regeneratory podgrzewają gaz i powietrze, mające być spalone w piecu. Jeden okres kierunku przepływu gazów w piecu Martina trwa 20 do 40 minut, następuje potem zmiana położenia wentylów, a więc i kierunków przepływu.

Gaz palny wprowadzamy do pieca dolnym otworem a powietrze górnym. Ponieważ gęstość gazu jest mniejsza niż powietrza, otrzymujemy lepsze zmieszanie, wskutek takiego umieszczenia otworów.

Zależnie od charakteru procesu, jaki się ma odbywać w piecu, stosuje się różne materiały ogniotrwałe, a więc są obmurza zasadowe i kwaśne. Sklepienie jednak ze względów wytrzymałościowych stosuje się zawsze krzemionkowe (nie ma ono stycznosci z surowcem). Na ryc. 4 mamy przekrój zasadowego pieca Martina. W piecu z obmurzem kwaśnym reakcje chemiczne są takie jak w konwertorze Besse-



Ryc. 5.

mera, a w zasadowym — takie jak w konwertorze Thomasa. Wpływ ciepła utleniania się domieszek w piecu Martina jest bez znaczenia (odwrotnie niż w konwertorach).

Pierwsze piece Martina były kwaśne i przerabiały na stal ładunek złożony z 20% surowca — reszta był skrap (wyraz ang. = odpadki, stare żelastwo). Dodawano tu około 4% zendry (tlenek żelaza) dla spalania zanieczyszczeń, 1% żelazo-manganu (po procesie) dla odtlenienia stali. Cały proces trwa tu 8 godzin, a mianowicie 1 godzina — ładowanie, 5 godzin — topienie, 3 godziny — spalanie domieszek. Piece kwaśne wymagają materiałów czystych co do zawartości siarki i fosforu, bo usunięcie ich w takim piecu jest niemożliwe i są używane tam, gdzie huta ma dużo odpadków do zużycia; prowadzenie ich jest trudniejsze niż pieców zasadowych.

Z czasem zamiast procesu skrapowego zaczęto stosować tzw. rudowy, w którym przerabiamy na stal surowiec, a nie stare żelastwo. Stosuje się w tym wypadku piec zasadowy. Proces trwa również 8 godzin. Około 16% rudy (hematyt) przy dodatku 8% wapna topi się przez trzy i pół godziny. Następnie wlewamy surowiec 75% w którym zaczyna się szybko wypalać węgiel na tlenek węgla, co ma przebieg bardzo gwałtowny.

Proces skrapowy w piecu zasadowym wymaga ładunku podobnego jak i w piecu kwaśnym. Dodajemy tu wapieni w ilości około 6,5% dla odfosforzenia. Proces ten trwa około 8 godzin, a przed zakończeniem zlewamy żużel i dodajemy nową porcję wapienia dla wytworzenia nowego żużla, bo poprzedni mógł być już nasycony fosforem.

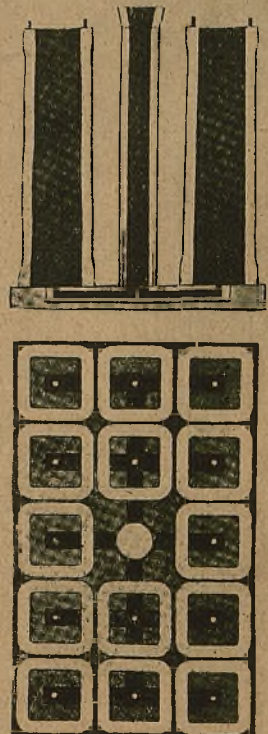
Piece Martina są pojemności 20 do 150 ton i mogą być stałe lub przechylny. Piec przechylny oparty

jest na rolkach. Daje on możliwość łatwego odfosforzenia, bo łatwo jest w nim zmienić żużel, co w piecu stałym jest trudne.

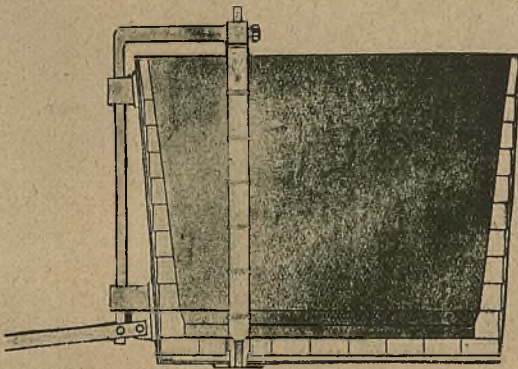
Stal w piecu Martina tworzy warstwę o grubości 18 do 40 cm, co ułatwia ogrzewanie i utlenienie domieszek. Sklepienie jest na wysokości około 2 metrów nad trzonem. Ładowanie pieca jest mechaniczne przez okno wsadowe (z boku pieca). Okna są chłodzone wodą dla ułatwienia pracy robotników. Ładowanie wykonuje dźwiguś suwnica, poruszający się na przedpolu pieca; posiada on długie ramię obrotowe. Ramię to chwyta korcyto załadowane materiałem i obracając je już w piecu — wysypuje zawartość.

Okres między kolejnymi naprawami szczegółowymi pieca trwa około 700 wytopów. Głowice trzeba naprawiać najczęściej, ponieważ są one najbardziej narażone na działanie temperatur. Naprawa jest kłopotliwa, trzeba zatrzymać piec, ostudzić i wmurować nową głowicę, co trwa kilka dni. Stąd dążenie do konstrukcji pieca z wymiennymi głowicami.

Wspomniane wyżej regeneratory są bardzo ważną



Ryc. 6.



Ryc. 7.

częścią pieca. Są one zbudowane z cegły krzemionkowej i szamotowej. Cegły te tworzą klatki dla zwiększenia powierzchni. Temperatura spalin ogrzewających regenerator wynosi 1700° na wlocie a 200° do 300° na wylocie do kolumny.

Proces Martina można łączyć z innymi procesami, na przykład:

- 1) Wyrób stali w konwertorze Bessemera,
 - 2) Odfosforzenie w piecu Martina
- albo

- 1) Wyrób stali w konwertorze Bessemera
- 2) Odfosforzenie w piecu Martina
- 3) Odsiarczenie w piecu elektrycznym.

Rafinacja stali Martina może być przeprowadzona w piecach tyglowych lub elektrycznych, z których otrzymuje się najwyższe gatunki stali.

Kształt odpowiedni do dalszej przeróbki (np. kucia, walcowania) nadajemy stali przez odlewanie do form zwanych kokilami, wykonanych ze stali lub surowca. Stal z pieca zlewamy najpierw do kadzi, z której dopiero odlewamy do kokil. Kadź wyłożona jest materiałem ogniotrwałym. Może być przechylna lub z otworem w dnie (ryc. 7). Z przechylnej kadzi metal wlewamy przez przechylenia; posiada ona przegrodę ogniotrwałą służącą dla oddzielania żuźla przy odlewie. Kadź z otworem w dnie posiada pręt żelazny otoczony materiałem ogniotrwałym. Podniesienie pręta umożliwia wlewanie metalu do formy. Otrzymany przez odlanie w formie blok stali, tzw. wlewek może mieć różny kształt i ciężar ze względu na jego przeznaczenie do kucia lub walcowania (ryc. 5). Do walcowania profilowego używany jest wlewek, o przekroju kwadratowym (fig. 1), krawędzie jego są zaokrąglone, aby uniknąć pęknięć, a również i ze względu na sam proces walcowania, a poza tym jest on zbieżny, aby go łatwiej można wyjąć z formy. Do walcowania blach stosowane są wlewki płaskie (fig. 2), a do walcowania rur wlewki o przekroju okrągłym. Najmniejsze wlewki mają ciężar 150 kg, największe stosowane około 7000 kg. Wlewki płaskie na blachy pancerne mogą ważyć ponad 50 ton. W kuźnictwie używa się wlewków ośmiokątnych (fig. 3), które, jeśli są duże, mają boki wklęsłe, aby nie pękały przy stygnięciu. Ciężar ich dochodzi do 300 ton, a średnica ponad 2 m.

PODZIAŁ STALI WĘGLISTEJ					
GATUNEK	%C	R	A %	ZASTOSOWANIE	
NAJMIĘKSZA	0,05-0,15	35-40	35-30	ZCZĘŚĆ CIEŃKA BLACHA, CWOŻDZIE, NITY, DO CEMENTOWANIA	
BARDOZO MIĘKKA	0,15-0,30	40-48	30-24	STAL PROFILOWA, MOSTY, OKRETY	
MIĘKKA	0,30-0,40	48-55	24-22	CZĘŚCI MASZYN, TOPORY, ŚRUBY	
PÓŁ-TWARDA	0,40-0,60	55-65	22-18	WALY MASZYNOWE, BRON PALNA, ODEWY	
TWARDA	0,60-0,70	65-75	18-15	SZPYN, SPRĘŻYNY, ODEWY, NOŻE, NARZĘDZIA ROLNICZE	
BARDOZO TWARDA	0,70-0,80	75-90	15-10	NARZĘDZIA WARSZTATOWE, PILY INSTRUMENTY CHIRURGICZNE	
NAJTWARDA	0,80-1,70	90	10	NARZĘDZIA GÓRNICZE, PILNIKI	

Ryc. 8.

Wlewki mogą być lane z góry lub syfonowo (od dołu), a jeśli chodzi o sposób stygnięcia: spokojnie lub niespokojnie stygnące. Na ryc. 5, fig. 4 mamy wlewnicę odkrytą, ustawioną na spodku, a fig. 5 przedstawia wlewnicę „głuchą“. Fig. 6 na ryc. 5 i ryc. 6 przedstawiają sposób odlewania syfonowego, tj. zapomocą kanału od dołu. Małe wlewki odlewa się zawsze syfonowo, po kilkanaście lub kilkadziesiąt sztuk jednocześnie.

Na ryc. 1 widzimy kadź (zawieszoną na hakach sunnicy) podczas spustu z Martina. Na dole widoczne są wlewnice.

Stal miękka o zawartości węgla mniejszej niż 0,20% jest „nieuspokojona“, bo wlana do wlewnicy wydziela energicznie gazy. Po stężeniu wlewek takiej stali zawiera w sobie bańki gazowe. Na ryc. 5, fig. 7 mamy taki wlewek syfonowo lany. Jeśli te bańki są dość głęboko, to mogą być jeszcze przy kuciu lub walcowaniu spojone; o ile są blisko powierzchni, to przy podgrzewaniu w piecu powierzchnia wlewka się opali, bańki mogą się utworzyć i utlenić. W tym wypadku bańki już się nie spojają i spowodują rysy na powierzchni wywalcowanego produktu. Odlewanie syfonowe ze stali miękkiej długich i cienkich wlewków, nadających się do walcowania, jest trudne. Stal uspokoiona, zawierająca powyżej 0,20% węgla, stygnie spokojnie dzięki zastosowaniu odtleniaczy (glin żelazokrzem). Tu metal po stężeniu tworzy w miejscu najpóźniej zastygającym — jamę usadową, około której zbierają się resztki gazów. Na ryc. 5, fig. 8 mamy wadliwy wlewek ze stali uspokoionej, odlany syfonowo; posiada on zbyt długą jamę usadową. Fig. 9 przedstawia wlewek tejże stali z góry lany, prawidłowy. Na fig. 10 widoczny jest wlewek stali uspokoionej z nadlewkiem z góry lany. Nadlewek tworzy się w formie glinianej, dzięki czemu stygnąc powoli zbiera do siebie gazy. Przed walcowaniem nadlewek obcina się. Blisko jamy usadowej zbierają się zanieczyszczenia, jak tenki, siarczki itd. Podobnie zbierają się zanieczyszczenia przy górnych pęcherzach stali nieuspokoionej. Dlatego też górna część wlewka jako wadliwa musi być zawsze odcięta.

H. T.

SZTUCZNE WŁÓKNA CELULOZOWE

Chemia stwarza przedmioty pierwszej potrzeby

Chemia święciła wielkie tryumfy w okresie ostatnich dziesiątków lat, umożliwiając otrzymanie na drodze sztucznej syntezy bardzo wielu artykułów, znajdujących masowe zastosowanie w naszym życiu codziennym. Niezliczoną liczbę przedmiotów, które dawniej otrzymywaliśmy wyłącznie z surowców naturalnych, przemysł wytwarza obecnie wychodząc niejednokrotnie z najprostszych, łatwych do otrzymania, względnie dostarczonych nam przez przyrodę, połączeń chemicznych i pierwiastków, takich jak np. węgiel, tlenek wapnia, wodór, tlenek węgla, siarka itp. Syntezy te nazwać można całkowitymi, tj. takimi, w których materiałem głównym są pierwiastki, względnie ich najbardziej podstawowe połączenia. Zrodziły się one jako rezultat pełnej twórczości oraz drobiazgowości pracy chemików w ciągu całych dziesiątków lat i stanowią wymowny dowód, jak wielki jest zakres możliwości, dających się osiągnąć na drodze syntezy chemicznej. Jako przykład tych niezmiernie licznych syntez można wymienić metodę otrzymania kauczuku z acetyleny (ten ostatni powstaje z karbidu i wody, karbid zaś tworzy się przez stopienie tlenku wapnia z węglem w łuku elektrycznym).

Inny charakter posiadają syntezy, w których jako materiały wyjściowe stosuje się połączenia mniej lub bardziej złożone, spotykane gotowe w otaczającym nas świecie. Należy je tylko wydzielić, uwolnić od zanieczyszczeń i dostarczyć w postaci nadającej się do dalszej przeróbki. Do najefektowniejszych osiągnięć w tej drugiej grupie syntez należy zaliczyć sposoby otrzymywania sztucznych włókien zbudowanych z celulozy, głównego składnika wszystkich roślin.

Włókna stosowane w przemyśle tekstylnym

Wiemy, że naturalne włókna stosowane w przemyśle tekstylnym należą do dwóch głównych działów, włókien pochodzenia roślinnego oraz zwierzęcego. Produkcja ich, jak wiemy, związana jest ściśle z warunkami klimatycznymi, co z natury rzeczy doprowadziło do wytworzenia się stosunku zależności gospodarczej w tej dziedzinie pomiędzy poszczególnymi krajami. Dawno już zatem zrodziła się myśl, aby na drodze sztucznej syntezy, stosując te same substancje podstawowe, z jakich zbudowane są włókna dostarczane przez żywe organizmy, wytworzyć fabrykaty mogące znaleźć zastosowanie w przemyśle włókienniczym i w ten sposób dać możliwość unie-

ależnienia się od miejscowego klimatu oraz szerokości geograficznej.

Początki przemysłu sztucznych włókien

Pomijając pierwsze pomysły, nie wychodzące poza próby pozbawione praktycznego znaczenia, należy uznać rok 1884 jako datę, od której rozpoczyna się i trwa do dzisiejszego dnia nieprzerwany ciąg pracy i wysiłków zmierzających do wprowadzenia na rynek coraz doskonalszych sztucznych włókien celulozowych. W roku tym ukazał się patent chemika francuskiego Chardonneta na otrzymywanie sztucznej jedwabiu tzw. metodą kolloidionową. Okres czasu, jaki upłynął od tej daty, zamyka w sobie dzieje powstania nowego działu produkcji, który, poczynawszy od pierwszych nieudolnych prób, poprzez stopniową rozbudowę doszedł do dzisiejszych rozmiarów potężnego przemysłu, odgrywającego doniosłą rolę w całokształcie stosunków gospodarczych szeregu państw, w ukształtowaniu się i utrwaleniu ich samodzielnności i niezależności, oraz w ogólnym bilansie wymiennym krajów i kontynentów.

Opracowanie metod syntetycznych całej skali sztucznych włókien celulozowych, mogących śmiało konkurować z włóknami wełny, bawełny oraz jedwabiu naturalnego, należy postawić w rzędzie najbardziej epokowych wynalazków, jakimi w ostatnich czasach może się poszczycić technologia chemiczna, a więc takich jak np. metoda upłynnienia węgla, czyli otrzymania sztucznej benzyny, synteza kauczuku, mas plastycznych itp. Wszystkie one wyciskają żywe piętno na dzisiejszym życiu narodów i wplatają się nierozzerwalnie w dziedziny życia gospodarczego i politycznego, świadcząc o tym, jak wielki wpływ wywiera myśl twórcza z dziedziny technologii chemicznej na współczesny kierunek dziejów ludzkości. Wielkie te wynalazki, dając narodom pozbawionym bogactw naturalnych możliwość konkurencji z krajami korzystającymi z tych bogactw w całej pełni, powodują całkowite przeobrażenie w układzie stosunków handlowych i wymiany towarowej i stwarzają zupełnie nowe podstawy potencjału gospodarczego i wojennego.

Od czasu ogłoszenia wynalazku Chardonneta ukazały się setki patentów, dotyczących się ulepszenia metod syntezy jedwabiu sztucznej, oraz zbudowano i wypróbowano najrozmaitsze typy aparatury, niemniej jednak sama zasada pozostała niezmienną. Polega ona na przeciskaniu przez drobniutkie otworki roztworu samej celulozy lub jej pochodnej do kąpieli strącającej, względnie do przestrzeni, w której wypo-

rowuje się rozpuszczalnik. Powstaje w ten sposób nitka, którą utrwała się i poddaje dalszym operacjom jak bielienie, oczyszczanie, skręcanie itp. Zasada ta stanowi podstawę fabrykacyjną we wszystkich wytwórniach sztucznego jedwabiu oraz innych pokrewnych włókien celulozowych, chociaż trudno by się dopatrzeć podobieństwa między dzisiejszymi potężnymi fabrykami zatrudniającymi dziesiątki tysięcy robotników oraz posługującymi się najnowocześniejszą aparaturą, a małą fabryczką Chardonnetta w Kessel Spreitenbach w Szwajcarii, cierpiącą w pierwszych latach na kryzys „nadprodukcji“, z powodu niemożności umieszczenia na rynku kilku dziennie produkowanych kilogramów nowego towaru. Jakże odlegli jesteśmy od tej chwili dzisiaj, gdy jedwab sztuczny oraz grupa pokrewnych mu włókien celulozowych są jednym z najbardziej masowo produkowanych materiałów tekstylnych. Rozmiary dzisiejszej fabrykacji w tej dziedzinie przeszły najśmielsze nadzieje jej pierwszych twórców i pionierów i stale się wzmagają. I chociaż rezultaty osiągnięte dotychczas tak co do ilości produkowanych artykułów, jak i ich wysokiej wartości są pod każdym względem imponujące, rozwój w tym dziale nie uległ zahamowaniu, przeciwnie, każdy rok przynosi nowe wynalazki i udoskonalenia.

Szeroki zakres stosowania sztucznego włókna

Równocześnie stale rozszerza się zakres stosowania sztucznych włókien celulozowych i obejmuje coraz to nowe dziedziny życia. Należy zaznaczyć, że włókno sztucznego jedwabiu produkowanego obecnie różni się w wysokim stopniu od pierwszych próbek wypuszczonych w świat przez fabryczkę Chardonnetta. Odnacza się ono obecnie wielką cieńkością, delikatnością, giętkością, miękkością oraz elastycznością. Dzięki temu współczesna przędza sztucznego jedwabiu nadaje się do wytwarzania nawet najdelikatniejszych i najwykwintniejszych tkanin, które zewnętrznie z trudem można odróżnić od tkanin wykonanych z jedwabiu naturalnego. Równocześnie zaś, zwłaszcza w ostatnich latach, pracowano usilnie nad wprowadzeniem jedwabiu sztucznego do pewnych dziedzin techniki i opracowano w tym celu specjalne jego gatunki, odpowiadające wysokim wymaganiom co do trwałości, odporności na zerwanie, skręcenie itp.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat, równoległe z pracami nad podniesieniem własności jedwabiu sztucznego, szły badania w kierunku wytworzenia włókien, które by mogły zastąpić włókna wełny względnie bawełny, oraz dawały się razem z tymi surowcami przerabiać na maszynach przędzalniczych. Chodziło zatem w tym wypadku o otrzymanie krótkich włókien, które by w odróżnieniu od niekończącej się, gładkiej nitki jedwabnej posiadały własności budowy powierzchniowej i struktury takie, jakie spotykamy u włókien wełny względnie bawełny, a które umożliwiają proces przędzenia. Prace te dały podstawę powstania nowego działu w dziedzinie sztucznych włókien celulozowych, działu, który

w ostatnich latach przybiera niezwykle wzmoczone tempo produkcji i zaczyna zajmować coraz ważniejszą pozycję w ogólnym spożyciu materiałów tekstylnych, przewyższając nawet ilościowo, jak wykazują ostatnie statystyki, produkcję jedwabiu sztucznego.

Ta najnowsza gałąź wytwórczości dostarcza surowca bardzo zbliżonego do włókien wełny względnie bawełny i nie ustępującego tym ostatnim pod względem wielu cennych własności. Jest ona wynikiem niezwykle drobiazgowych i żmudnych prac badawczych i stanowi jedną z największych rewelacji i prawdziwy tryumf wysiłków techniki. Na rynku włókienniczym od szeregu lat ukazują się co pewien czas nowe typy włókien sztucznej wełny względnie sztucznej bawełny o coraz to wyższej skali własności. Wszystkie te fabrykaty objęte są w Niemczech ogólną nazwą „Zellwolle“ względnie „Stapelfaser“, u nas zaś nosiły nazwę włókien ciętych dla odróżnienia od niekończącej się nitki jedwabiu sztucznego. Pod względem chemicznym są one identyczne z poszczególnymi gatunkami jedwabiu sztucznego, różnią się zaś od tego ostatniego długością, kształtem zewnętrznym oraz strukturą powierzchniową. Podług danych z okresu 1928—1935 udział poszczególnych surowców włókienniczych w odniesieniu do całej światowej produkcji wynosił przeciętnie: bawełna 55%, wełna 16%, juta 15%, len 6,4%, konopie 3,9%, jedwab naturalny 0,5%, jedwab sztuczny 2,6.

Produkcja jedwabiu sztucznego oraz tzw. włókien ciętych stale silnie wzrasta, natomiast w ostatnich latach przedwojennych obserwowano niewielki spadek produkcji bawełny, zaś produkcja wełny i jedwabiu naturalnego utrzymywały się mniej więcej na tym samym poziomie, produkcja zaś lnu nieznacznie wzrastała. W roku 1937 udział jedwabiu sztucznego w ogólnej produkcji materiałów tekstylnych wynosił już około 6%.

Na zamieszczonym wykresie uderza przede wszystkim rekordowo szybki wzrost produkcji włókien ciętych, która ze znikomych rozmiarów w roku 1929 w ciągu lat jedenastu doszła do imponującej cyfry 600 000 ton w roku 1940, przewyższając nawet produkcję jedwabiu sztucznego. Przemysł niemiecki specjalnie interesował się tą dziedziną, toteż w Niemczech zajmuje ona pozycję czołową w ogólnej produkcji sztucznych materiałów tekstylnych i już w roku 1936 przekroczyła produkcję jedwabiu sztucznego.

Rezultaty te osiągnięto dzięki niezwykle usiłnym pracom chemików i techników niemieckich. W światowym wyścigu w tym dziale wytwórczości fabryki w Niemczech wybijają się na pierwsze miejsce tak co do ilościowych rozmiarów produkcji, jak wysokiej wartości nowego przedziwa oraz różnorodności jego zastosowań.

Zaznajomimy się pokrótce z metodami fabrykacyjnymi oraz głównymi własnościami jedwabiu sztucznego, poczem przejdziemy do scharakteryzowania w najogólniejszym zarysie działu włókien

ciętych, stanowiącego uzupełnienie oraz odgałęzienie poszczególnych jego odmian.

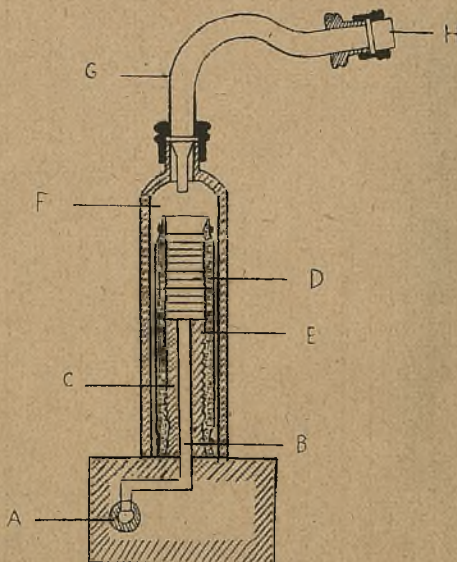
Sposoby fabrykacji jedwabiu sztucznego

Technicznie ważne są cztery sposoby fabrykacji jedwabiu sztucznego, z których najdawniejszy, sposób kolloidionowy Chardonnet'a, schodzi coraz bardziej na plan dalszy i obecnie posiada prawie że tylko historyczne znaczenie. Wszystkie metody posługują się tym samym podstawowym procesem przedzenia, stanowiącym główną treść wynalazku Chardonnet'a i wykazują odchylenia tylko w szczegółach opracowania oraz w urządzeniach aparaturowych, dostosowanych do poszczególnych sposobów fabrykacyjnych.

Całość operacji podzielić możemy na trzy zasadnicze czynności: 1) przygotowanie roztworu celulozy, 2) przedzenie, 3) wykończenie włókna.

Czynność pierwsza, tj. sporządzenie roztworu celulozy, wymaga bardzo starannego wykonania, przy czym wchodzi w grę takie okoliczności, jak rodzaj celulozy, wstępne operacje w celu nadania jej pewnych cech ważnych dla dalszej przeróbki, wreszcie przygotowanie roztworu do przedzenia, wymagające precyzyjnego ustalenia koncentracji, stopnia lepkości, oraz zdolności koagulowania czyli strącania się pod wpływem pewnych czynników chemicznych. Wszystkie powyższe operacje są niezwykle ważne dla pomyślnego przebiegu procesu przedzenia, i od szczegółów ich wykonania zależą te wszystkie cenne zalety, jakie cechują dzisiejszą wysokowartościową przędzę sztucznego jedwabiu.

Surowcem wyjściowym przy metodzie kolloidionowej, miedziowo-amoniakalnej oraz octanowej jest bawełna w formie odpadków czyli tzw. linters, zaś przy metodzie wiskozowej celuloza drzewna, dawniej wyłącznie świerkowa, obecnie zaś, dzięki najnowszym pracom chemików niemieckich bukowa, a ostatnio topolowa. Celulozę przed rozpuszczeniem poddaje się dłuższemu działaniu roztworu ługu sodowego w podwyższonej temperaturze, a następnie bieleniu i płukaniu, Roztwór celulozy lub jej pochodnych w rozpuszczalniku wodnym względnie organicznym musi posiadać tak dużą lepkość, aby dawał się łatwo wyciągać w nitkę. Stopień lepkości łączy się ściśle z koncentracją roztworu i jest do niej proporcjonalny. Równocześnie nie może on być tak wielki, aby roztwór stawiał zbyt duży opór podczas przeciskania przez otworki, gdyż należałoby wówczas stosować wysokie ciśnienie, co z kolei komplikowałoby całość urządzenia. Jednym z najważniejszych a zarazem najtrudniejszych do przeprowadzenia w praktyce zadań jest uzgodnienie tych dwóch czynników tj. koncentracji oraz lepkości roztworu, z czym w bliskim związku stoi szybkość strącania się czyli koagulacji. Tę ostatnią reguluje się przez tzw. proces dojrzewania roztworu, który zachodzi przez pozostawienie go przez pewien czas w spokoju, przy czym równocześnie zwiększa się lepkość. Szybkość strącania się ma bardzo wielki wpływ na jakość powstającej



Ryc. 1. Świeca filtracyjna czyli aparat do filtrowania roztworu celulozy bezpośrednio przed dojściem do filierki. Przez wentyl A płyn dostaje się kanałkiem B do wewnętrznej części świecy C, zaopatrzonej na zewnętrznej powierzchni w liczne wcięcia D. Część ta otulona jest szczelnie materiałem filtracyjnym E, poprzez który roztwór wydostaje się do przestrzeni F i stamtąd poprzez rurkę G do filierki H.

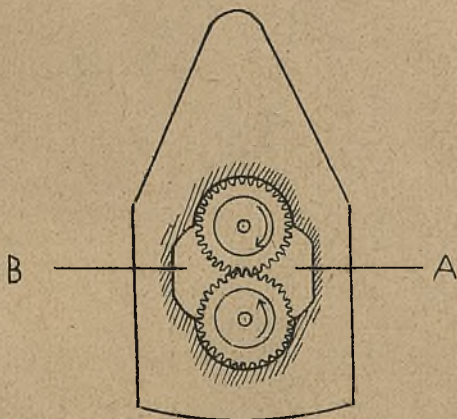
nitki, toteż ustala się ją bardzo dokładnie, posługując się specjalnymi urządzeniami pomiarowymi.

Roztwór celulozy przed doprowadzeniem do urządzeń przedzalnych poddaje się wielokrotnemu filtrowaniu, w celu oczyszczenia od najdrobniejszych nawet cząstek stałych, które by powodowały zatykanie cieniutkich otworków i przerywanie nitki. Stosuje się do tego cały szereg filtrów wmontowanych na drodze dopływu roztworu, z których ostatni znajduje się bezpośrednio przed zbiornikiem z kąpielą strącającą.

Aby nitka jedwabna na całej swej długości była całkiem równomierna i nie wykazywała żadnych różnic co do wymiarów, jest rzeczą konieczną doprowadzanie do otworków przedzalniczych w jednostce czasu stale dokładnie tej samej ilości roztworu celulozy. Osiąga się to albo przez bardzo dokładną regulację ciśnienia przepychającego roztwór celulozy przez otworki, bądź też przez zastosowanie specjalnie do tego celu skonstruowanych pomp, jak np. pompa z kółkami zębatymi.

Wreszcie roztwór celulozy nie może zawierać zawieszonych banieczek powietrza, które powodowałyby przerywanie nitki jedwabnej w otworkach. Usuwa się je przez dłuższe stanie w spokoju, ewentualnie w przestrzeni z rozrzedzonym powietrzem.

Najbardziej istotną częścią urządzenia przedzalniczego w procesie otrzymywania sztucznej nitki jedwabnej jest tzw. filierka, czyli płytka zaopatrzona w drobniutkie otworki służące do doprowadzenia roztworu celulozy lub jej pochodnych do kąpeli strącającej (metoda mokra), lub do przestrzeni, z której odparowuje się lotny rozpuszczalnik organiczny (metoda sucha).



Ryc. 2. Urządzenie pompy regulującej dopływ roztworu celulozy. Dwa koła zębate przylegające szczelnie do ścian otaczającej je przestrzeni obracając się ze stałą szybkością w kierunkach wskazanych przez strzałki, powodują równomierny przepływ płynu z przestrzeni A do przestrzeni B, z której dostaje się on do aparatu wytwarzającego nitkę. W ten sposób urządzenie służące do przedzenia jedwabiu sztucznego otrzymuje w jednostce czasu stałe tę samą ilość roztworu celulozy, dzięki czemu nitka zachowuje ściśle te same wymiary.

Filierki wykonane są z metalu, np. platyny, stopu złota i platyny lub złota i palladu, w ostatnich natomiast czasach wykonywano je też ze szkła lub porcelany, a nawet ostatnio z pewnych sztucznie otrzymanych mas plastycznych. Odnaczają się one niezwykłą precyzją w szczegółach wykonania. Średnica ich otworków waha się zwykle w granicach od 0,05 do 0,2 mm. Przy pewnych specjalnych rodzajach fabrykacji stosuje się filierki z otworami o większej średnicy (aż do 0,5 mm). Średnice otworów same nie decydują o grubości nitki jedwabnej, gdyż wpływa na to też drugi czynnik, a mianowicie stopień wyciągnięcia jej podczas procesu przedzenia, zmieniający się w dość szerokich granicach w zależności od rodzaju stosowanej aparatury. Niteczki wyciągnięte z całej grupy otworków łączy się w jedną nitkę jedwabną i tę poddaje się dalszym operacjom nawijania na szpule, skręcenia itd.

Niekiedy zamiast płytek zaopatrzonych w całą grupę otworów, czyli tzw. filierek, stosuje się pojedyncze urządzenia w kształcie rurek doprowadzających roztwór celulozy oddzielnie dla każdej niteczki, po czym niteczki te, podobnie jak w poprzednim systemie, łączy się w jedną główną nitkę jedwabną.

Pojedyncze te rurki wykonane są przeważnie ze szkła.

Nitkę jedwabną po utrwaleniu nawija się na szpulę lub wprowadza do szybko wirujących garnków lub bębnow, przy czym ulega ona wyciągnięciu w mniejszym lub większym stopniu. Dzięki temu długie nitkowate drobiny celulozy układają się do siebie równolegle (świadczą o tym zdjęcia roentgenograficzne), co powoduje zwiększenie odporności nitki na zerwanie.

Współczesna technika fabrykacji jedwabiu sztucznego rozporządza środkami umożliwiającymi otrzymanie rozmaitych jego gatunków. Modyfikacje te udają się osiągnąć głównie przez zmianę składu roztworu celulozy, względnie kąpieli strącającej, przez co

warunki, a przede wszystkim szybkość strącania się celulozy, ulegają wahaniom w szerokich granicach. Zmiany te mają bardzo wielki wpływ na własności tworzącej się nitki jedwabnej.

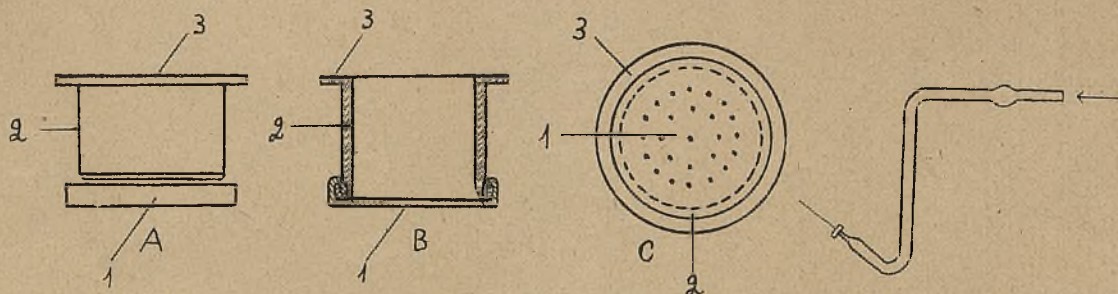
Również posiadamy obecnie sposoby otrzymania włókien o najrozmaitszym stopniu połysku, od silnie błyszczących, aż do całkiem matowych.

Zasada pierwotnego sposobu fabrykacji jedwabiu sztucznego podług patentu Chardonnet'a polega na tym, że celulozę przeprowadza się najpierw w łatwo rozpuszczalne w organicznych rozpuszczalnikach połączenie z kwasem azotowym, działając na nią mieszaniną stężonego kwasu siarkowego i azotowego. Otrzymuje się przy tym tzw. nitrocelulozę, czyli ester kwasu azotowego i celulozy, związek znajdujący masowe zastosowanie przy fabrykacji materiałów wybuchowych. Nitrocelulozę rozpuszcza się w mieszaninie alkoholu i eteru i z utworzonego roztworu, tzw. kolloidum, po przetłoczeniu przez otworki filierek, otrzymuje się nitkę jedwabną, przy czym albo wprost odparowuje się rozpuszczalnik, albo też roztwór wprowadza się do strącającej kąpieli wodnej. Sposób ten, zwłaszcza przy zastosowaniu metody suchej, wymaga użycia bardzo stężonego roztworu nitrocelulozy (20—25%), o znacznej lepkości, z trudem dającego się przetłoczyć przez filierki. Pomijając wynikające stąd trudności aparaturowe (konieczność użycia ciśnienia 50—70 atm.), dalszą ujemną stroną tej metody jest bardzo duża lotność rozpuszczalników i związane z tym trudności ich regeneracji bez poważniejszych strat. Nitka jedwabiu otrzymanego w ten sposób składa się z nitrocelulozy, związku niezwykle łatwo palnego, toteż musi być poddana dodatkowym operacjom w celu rozłożenia nitrocelulozy na celulozę i tlenki azotu i usunięcie tych ostatnich. Czynność tę, tzw. denitrację, przeprowadza się działaniem roztworu siarczków, np. siarczku sodu. Wszystkie te niedogodności sprawiają, że metoda kolloidionowa wychodzi obecnie z użycia, ustępując miejsca innym, tańszym i wymagającym mniej skomplikowanej aparatury.

W kilka lat po pierwszej technicznej realizacji pomysłu Chardonnet'a ukazały się patenty, głównie francuskie i niemieckie, opisujące nowy sposób fabrykacji jedwabiu sztucznego, w którym do rozpuszczenia celulozy stosuje się tzw. odczynnik Schweizera, czyli amoniakalny roztwór tlenku miedzi. Ten ostatni otrzymuje się przez rozpuszczenie wodorotlenku miedzi w stężonym amoniaku (około 22%) lub też prościej i łatwiej działając na metaliczną miedź 20%-owym roztworem amoniaku przy równoczesnym wdmuchiwananiu powietrza.

Z tak sporządzonego roztworu celulozy strąca się nitkę jedwabną w środowisku rozcieńczonego kwasu lub stężonego ługu. W tym drugim wypadku zawiera ona chemicznie związaną miedź, którą usuwa się przez traktowanie kwasami.

Warunkiem rentowności tej metody jest ilościowa regeneracja miedzi oraz amoniaku.



Ryc. 3 i 4. Filiierka oglądana: A z boku, B w przecięciu pionowym, C od strony płytki z otworkami. 1 — płytka z otworkami. 2 — ścianka boczna. 3 — odstający brzeg. Obok pojedyncza szklana rurka doprowadzająca roztwór celulozy do kąpieli strącającej.

Metoda miedziowo-amoniakalna okazała się praktyczniejszą oraz lepiej opłacalną od kolloidionowej, obie jednak nie wytrzymały konkurencji z trzecim sposobem, tzw. wiskozowym, który po szeregu lat prób i udoskonaleń uzyskał największe znaczenie techniczne, opanowując obecnie ponad 80% całej produkcji jedwabiu sztucznego. Pierwotnymi jej twórcami byli chemicy angielscy, gruntowne opracowanie uzyskała dzięki licznym pracom podejmowanym równocześnie w Anglii i w Niemczech.

Metoda ta posługuje się jako materiałem wyjściowym celulozą drzewną, tańszą i łatwiej dostępną od bawełny, dzięki czemu proces fabrykacyjny oparty na niej uzyskał w krajach nie posiadających plantacji bawełny zasadniczą podstawę rentowności oraz uniezależnienia się od zamorskich źródeł surowcowych. Ze względu na specjalne znaczenie metody wiskozowej podamy krótki jej opis.

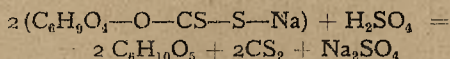
Celulozę siarczynową pociętą na arkusze poddaje się w specjalnych wannach działaniu 18%-owego ługu sodowego przez przeciąg około 2 godzin, a następnie odprasowuje się na prasie hydraulicznej część płynną, zawierającą w postaci roztworu kolloidalnego zanieczyszczenia oraz niewielką ilość rozpuszczonej celulozy. Pozostaje nierozpuszczona tzw. alkaliceluloza o wzorze $(C_6H_{10}O_5)_2NaOH$, będąca połączeniem celulozy z wodorotlenkiem sodowym.

Alkalicelulozę, po zmieleniu na pulchną, sypką masę, przechowuje się przez kilka dni w nieco podwyższonej temperaturze (20° — 26°). Zachodzi wówczas tzw. proces dojrzewania, podczas którego długie nitkowe cząsteczki celulozy rozpadają się na krótsze, co powoduje mniejszą lepkość otrzymanego później roztworu. Jakkolwiek proces ten wpływa na obniżenie wytrzymałości włókna, nie można go pominąć, gdyż roztwór celulozy posiadałby wówczas tak wielką lepkość, że nie dałby się przetłoczyć przez filierki. Praktyka ustaliła pośredni czas dojrzewania, który pozwala otrzymać włókno o dobrej wytrzymałości, przy równoczesnym uwzględnieniu warunków technicznych przędzenia.

Po ukończeniu procesu dojrzewania masę celulozową umieszcza się w wirujących zamkniętych bębnach, do których dopuszcza się dwusiarczek węgla CS_2 . Powstaje wówczas połączenie, tzw. ksantogenian celulozy, który rozpuszcza się w rozcieńczonym ługu sodowym i otrzymuje w ten sposób „wiskożę”, płyn o czerwono-żółtym zabarwieniu.

Wiskożę również poddaje się procesowi dojrzewania przez pozostawienie jej w spokoju przez przeciąg kilku dni w temperaturze 13° — 20° . Dzięki temu przy dalszej przeróbce celuloza daje się łatwiej wytrącić z roztworu i utwalić. Dojrzewanie wiskozy, podobnie jak dojrzewanie alkalicelulozy, jest reakcją konieczną, jednak dla własności włókna szkodliwą, toteż czas jej trwania ogranicza się do minimum, potrzebnego dla przebiegu dalszych operacji.

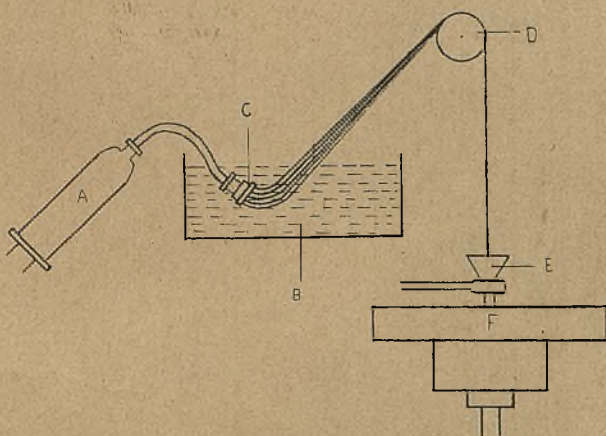
Dojrzałą wiskożę przetłacza się przez filierki do kąpieli strącającej zawierającej rozcieńczony kwas siarkowy, względnie sole nieorganiczne działające kwaśno, jak np. kwaśny siarczan sodu $NaHSO_4$. Wiskoza w momencie zetknięcia się z kwaśną kapielą wydziela najpierw nitczkę skoagulowanego ksantogenianu celulozy, który zaraz potem rozkłada się na celulozę, dwusiarczek węgla i siarczan sodu:



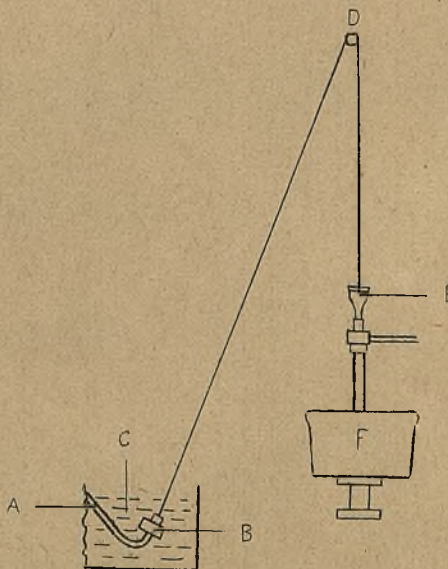
Reakcja ta przebiega tym szybciej, im wiskoza jest bardziej dojrzała. Nitkę jedwabną po wykonaniu szeregu zwykłych czynności, jak nawijanie na szpule, płukanie, mydlenie, skręcanie, nawijanie na motowidło, wprowadza się bezpośrednio przed bieleniem do roztworu siarczku sodu w celu uwolnienia od drobnych ilości siarki. Siarka ta pochodzi od utlenienia siarkowodoru wywiązującego się w momencie zetknięcia się wiskozy z kwaśną kapielą.

W pierwszych latach dwudziestego wieku pojawia się nowa, czwarta z kolei metoda fabrykacji jedwabiu sztucznego, w której materiałem wyjściowym jest związek tworzący się przez połączenie celulozy z kwasem octowym, tzw. acetyloceluloza. Jedwab sztuczny octanowy otrzymany podług tego sposobu zajmuje odrębne stanowisko wśród wszystkich jego odmian. W trakcie otrzymywania nitki jedwabnej acetyloceluloza nie rozkłada się na swe części składowe i pozostaje niezmienną jako trwały składnik tego gatunku jedwabiu, nadając mu specjalne własności fizyczne i chemiczne.

Dzieje rozwoju fabrykacji jedwabiu octanowego łączą się ściśle z powikłaniami gospodarczymi, będącymi bezpośrednim następstwem wojny światowej. W czasie wojny powstał w Anglii duży przemysł wytwarzający acetylocelulozę jako główny składnik lakierów samolotowych. W okresie powojennym fabryki produkujące ten surowiec straciły w dużej



Ryc. 5. Schemat urządzenia do przedzenia jedwabiu sztucznego na drodze mokrej z zastosowaniem wirownicy. Roztwór celulozy przechodzi przez świecę filtracyjną A, po czym, po przetłoczeniu przez filierkę C, wydostaje się w postaci wiązki nitok do kąpieli strącającej B. Pojedyncze niteczki łączą się na rolce D w jedną główną nitkę, która poprzez lejek E dostaje się do bębna wirującego F.



Ryc. 6. Schemat urządzenia do przedzenia jedwabiu sztucznego z zastosowaniem garnka wirującego. Poprzez rurkę A i filierkę B roztwór dostaje się do kąpieli strącającej C. Utworzona nitka przez rolkę D oraz lejek E dostaje się do garnka wirującego F.

mierze swą pierwotną rację bytu. Aby nie dopuścić do unieruchomienia wielkich zakładów przemysłowych i ratować zainteresowane kapitały, podjęto fabrykację jedwabiu octanowego, korzystającego z tego samego surowca podstawowego. Stało się to możliwym dopiero po opanowaniu dwóch zasadniczych przeszkód, uniemożliwiających do tego czasu masową produkcję w tym dziale jedwabiu sztucznego. Jedną z nich łączyła się z regeneracją kosztownych lotnych rozpuszczalników organicznych, druga zaś wymagała opracowania całej nowej grupy barwników nadających się do farbowania jedwabiu octanowego. Prace związane z farbowaniem acetylocelulozy, która jako pochodna celulozy nie daje się farbować tymi samymi barwnikami co inne gatunki jedwabiu sztucznego, doprowadziły do bardzo ciekawych i nieoczekiwanych wyników. Udało się mianowicie uzyskać nowe, bardzo cenne efekty kolorystyczne, co w dużej mierze przyczyniło się do spopularyzowania jedwabiu octanowego i tym samym do wzrostu jego produkcji, stojącej obecnie na drugim miejscu po jedwabiu wiskozowym.

Skoro regenerację organicznych rozpuszczalników udało się również technicznie rozwiązać, metoda octanowa uzyskała trwałą podstawę egzystencji. Po licznych doświadczeniach stosuje się w niej obecnie suchy sposób wyciągania nitki, przy którym roztwór acetylocelulozy np. w acetonie (o stężeniu 20—25%) po przepuszczeniu przez otworki filierek poddaje się działaniu strumienia gorącego powietrza, co powoduje odparowanie rozpuszczalnika. Pary jego, unoszone przez powietrze, przepuszcza się przez specjalne urządzenia służące do regeneracji, zbudowane podług rozmaitych sposobów działania, jak ziębienie aż do skroplenia, zraszanie innym mniej lotnym rozpuszczalnikiem, wymrażanie, wreszcie, zwłaszcza w ostatnich czasach, absorpcja przez węgiel aktywny względnie koloidalną krzemionkę, które bardzo chciwie chłoną organiczne substancje.

Przy zastosowaniu tych urządzeń udaje się odzyskać do 90% użytych rozpuszczalników.

Z zestawienia procentowego udziału poszczególnych metod fabrykacyjnych w ogólnej produkcji jedwabiu sztucznego w latach 1932—1934 przede wszystkim rzuca się w oczy dominujące stanowisko, jakie zajmuje metoda wiskozowa. Poza tym widzimy wzrost produkcji jedwabiu octanowego, oraz spadek do ułamka procentu metody kollandionowej.

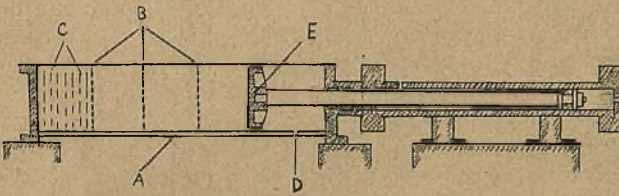
	1932	1933	1934
jedwab wiskozowy . . .	88,3	88,4	86,6
„ octanowy . . .	7,5	7,8	8,6
„ miedziowo-amon. . .	3,5	3,2	4,3
„ kollandionowy . . .	0,7	0,6	0,5

Własności nitki sztucznego jedwabiu

Nitka jedwabiu sztucznego dzięki gładkiej, pozbawionej struktury powierzchni, odznacza się silnym, szklistym połyskiem, różnym nieco od połysku jedwabiu naturalnego. Znane są obecnie sposoby, które pozwalają nam zmniejszać ten połysk w mniejszym lub większym stopniu, w zależności od rodzaju i przeznaczenia materiałów wyrabianych z przędzy jedwabnej. W tym celu do roztworu celulozy dodaje się pewnych połączeń organicznych, względnie nieorganicznych, które osadzają się na powierzchni tworzącego się włókna. Po usunięciu ich pozostają na włóknie drobnitkie wyżłobienia, wywołujące rozproszenie odbitego światła, tak że połysk zmniejsza się, ulegając zmatowieniu.

Przędza ze sztucznego jedwabiu po bieleniu jest biała z niebieskawym odcieniem. Jej miękkość i delikatność zależą od grubości i stopnia skręcenia elementarnych niteczek. Wyróżnia się ona tym miększym dotykiem, im więcej niteczek składa się na jedną główną nitkę, oraz im słabiej są one ze sobą skręcone.

Grubość pojedynczego włókna waha się w granicach od 10 do 40 mikronów (1 mikron = 0,001 mm).



Ryc. 7. Wanna do wytrawiania celulozy roztworem ługu sodowego. W środku wanny A znajdują się przesuwalne przegrody z blachy żelaznej B, pomiędzy którymi umieszcza się celulozę pociętą na arkusze C. Wannę napienia się roztworem ługu od dołu otworem D. Po 2-godzinym działaniu ługu wypuszcza się go z powrotem tą samą drogą, po czym za pomocą prasy hydraulicznej wprawia się w ruch tłok E w celu sprasowania celulozy i odcisnięcia reszty płynu.

Najcieńsze jego gatunki są zatem jeszcze cieńsze od włókien jedwabiu naturalnego, składającego się z dwóch nitok, każda o grubości 15 mikronów.

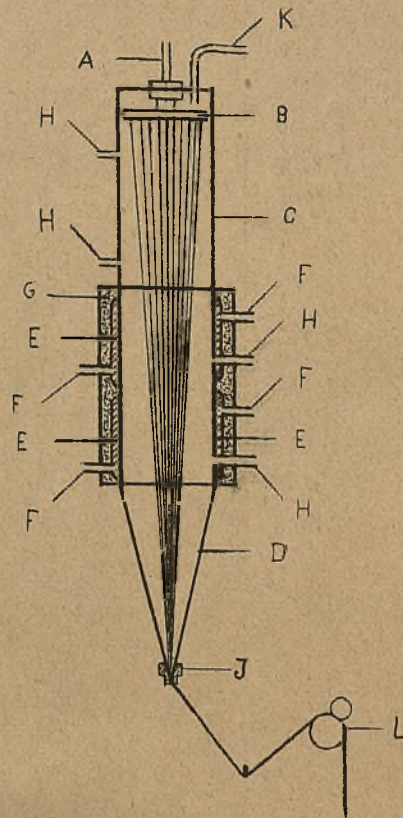
Przy ilościowym określeniu cieńkości nitki jedwabnej stosuje się w przemyśle specjalną jednostkę pomiarową, tzw. denier. W tym celu waży się nitkę o długości 9000 m i jej ciężar w gramach wyraża tą samą ilością jednostek denier. Jeśli zatem powiemy, że włókno jedwabne posiada wymiar 60—70 denier, znaczy to, że nitka jego o długości 9000 m waży 60—70 g. Im włókno jest delikatniejsze, tym mniej waży i cieńkość jego wyraża się mniejszą ilością denier.

Pierwotne włókienka jedwabiu sztucznego, wychodzące z pojedynczych otworków posiadają przeciętne rozmiary 5—8 denier. Przy specjalnych sposobach przedzenia na maszynach silnie rozciągających nitkę otrzymuje się włókienka o 1 denier. Ciężar właściwy jedwabiu sztucznego wynosi 1,5 do 1,55, jest zatem wyższy od ciężaru właściwego jedwabiu naturalnego (1,3—1,4). Jest on dość hygroskopijny. W powietrzu średnio suchym wykazuje przeciętnie około 11% zawartości wody.

Wytrzymałość na zerwanie włókna jedwabiu sztucznego zależy od jego grubości; jest ona mniej więcej o połowę mniejsza, niż wytrzymałość nitki jedwabiu naturalnego o tej samej grubości. Stosunkowo słabą odporność tłumaczy się ujemnymi wpływami rozpuszczalników oraz rozmaitych dodatkowych związków chemicznych wprowadzanych do roztworu celulozy przed i w czasie przedzenia.

W wodzie włókno silnie pęcznieje, aż do osiągnięcia rozmiarów o podwójnie wielkiej średnicy i równocześnie ulega silnemu osłabieniu; wyjątek stanowi jedwab octanowy, wykazujący małą zdolność pęcznienia. Podczas pęcznienia odporność mechaniczna włókna spada do $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{11}$ pierwotnej wartości (przy jedwabiu naturalnym do $\frac{3}{4}$). Przekroje poprzeczne są dla poszczególnych gatunków jedwabiu sztucznego dość charakterystyczne, jakkolwiek zmieniają się dość znacznie w zależności od szczegółów fabrykacyjnych oraz sposobów wykończenia włókna.

Własności chemiczne jedwabiu kolidionowego, miedziankowego oraz wiskozowego są bardzo zbliżone i odpowiadają własnościom czystej celulozy.



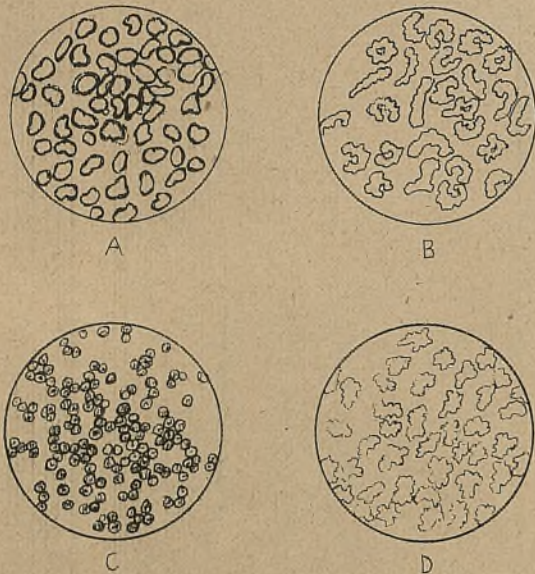
Ryc. 8. Aparat do przedzenia jedwabiu sztucznego metodą suchą. Urządzenie dla jedwabiu octanowego. Przekrój pionowy. Roztwór acetylcelulozy przez rurkę A dochodzi do filierki B umieszczonej wewnątrz aparatu C w kształcie rury zwięzającej się u dołu w stożek D. W celu utrzymania stałej temperatury podczas przedzenia dolna część aparatu otoczona jest płaszczem wodnym E z rurkami do doprowadzania oraz odprowadzania wody ciepłej F. Płaszcz ten otoczony jest warstwą izolacyjną G. W rurkach H umieszczone są termometry. Wiązkę nitoczek wychodzącą z filierki owiewa prąd gorącego powietrza, które wchodzi do aparatu przez otwór I i porwany ze sobą lotny rozpuszczalnik wydostaje się na zewnątrz przez rurkę K. Pojedyncze niteczki opuszczając aparat przez otwór J łączą się w jedną nitkę, która następnie przechodzi przez rolkę L.

Odrębny charakter chemiczny posiada jedwab octanowy. Jedną z charakterystycznych jego cech jest łatwa rozpuszczalność w organicznych rozpuszczalnikach,

Ostatnie prace i widoki na przyszłość

Prace nad udoskonaleniem własności sztucznego jedwabiu stale się posuwają naprzód, z czym łączy się coraz szerszy zakres jego zastosowań. W Niemczech w ostatnich latach, nie wyłączając lat wojennych, prowadzono intensywne badania w tym kierunku. Szły one przede wszystkim w kierunku zdobycia jak najtańszej i łatwo dostępnej podstawy fabrykacyjnej, co osiągnięto przez zastąpienie drogiej celulozy świerkowej tańszą bukową, zaś ostatnio topolową.

Dalej pracowano nad podniesieniem rentowności produkcji, w czym ogromne znaczenie posiada opracowanie metod regeneracji czyli odzyskania i ponownego użycia wszystkich ważniejszych i droższych związków chemicznych stosowanych przy fabrykacji. Równoległe szły prace nad technicznym usprawnie-



Ryc. 9. Przekroje poprzeczne włókien poszczególnych gatunków jedwabiu sztucznego. Zdjęcia obrazów mikroskopowych. A — jedwab kolodionowy, B — jedwab wiskozowy, C — jedwab miedziankowy, D — jedwab octanowy.

niem procesów fabrykacyjnych przez jak najdalej posuniętą racjonalizację, oraz wyzyskanie czasu, miejsca oraz uruchomienie maszyn pracujących zespołowo.

Prace dotyczące się podniesienia jakości włókna umożliwiły wprowadzenie go do nowych zupełnie dziedzin, z których częściowo udało się wyprzeć bawełnę oraz inne włókna pochodzenia naturalnego. Dzięki tym pracom zastosowano jedwab sztuczny do fabrykacji takich przedmiotów jak np.: kable, pasy pociągowe, węże, płótno do sporządzania opon samochodowych, czyli tzw. kord i wiele innych. Przy sporządzaniu kordu do opon musiano zastosować surowiec obdarzony wysoką odpornością na skręcenie, zdolnością trwałego przylegania do gumy, oraz stapiania się z gumą na jednolitą masę, a więc specjalnymi, nowymi zupełnie dla jedwabiu sztucznego własnościami. W związku z wkroczeniem do tych dziedzin o znaczeniu technicznym ukazują się stale nowe gatunki jedwabiu sztucznego, który z surowca dawniej stosowanego wyłącznie w przemyśle odzieżowym staje się obecnie materiałem o coraz bardziej różnorodnym zastosowaniu.

dr. Tadeusz Stołyhwo.

PRZEMYSŁ z powietrza!

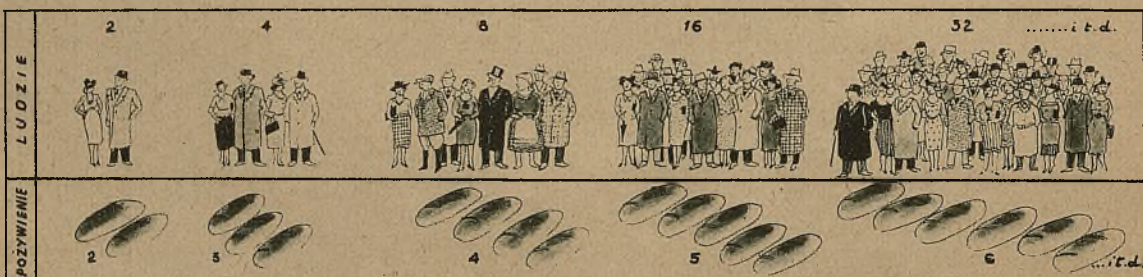
Długie szeregi wagonów dzień w dzień wjeżdżają w otwarte wrota rozlicznych fabryk. Do jednych wiozą piryty, by z nich wywieźć kwas siarkowy, do drugich smołę, która straci swą czerń i przemieni się w tęczowe barwinki, do innych wiozą drzewo, z którego powstanie zwiewny mieniący się jedwab, do jeszcze innych tłuszcze, z których zrodzą się pachnące mydła i smaczna margaryna. Są jednak fabryki, w których bramy naładowane wagony wwożą tylko węgiel potrzebny wszystkim fabrykom, a wywożą setki, tysiące, dziesiątki tysięcy worków z nawozami sztucznymi, tysiące demionów z kwasem azotowym i butel z amoniakiem. Są to fabryki przemysłu azotowego czerpiące swe surowce z powietrza.

Młody jest to przemysł. Powstał zaledwie czterdzieści lat temu i już jest jednym z najpoważniejszych reprezentantów całokształtu przemysłu chemicznego. Zrodziła go potrzeba i strach. Bowiem ludzkość na przełomie XIX i XX wieku stanęła przed ham-

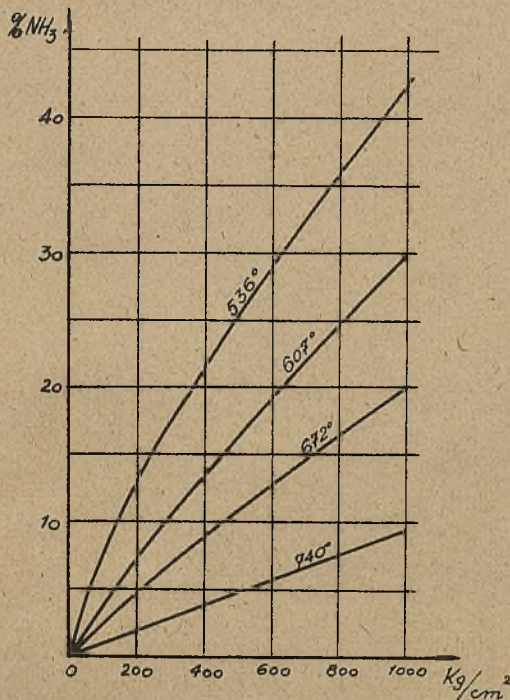
letowskim dylematem: być albo nie być. Ekonomista angielski Malthus zelektryzował niegdyś cały świat wykazując w swoich, jak zresztą teraz wiemy, zbyt pesymistycznych wyliczeniach, że ludzkości grozi wymarcie z głodu. Opierając się na statystykach wykazał, że ludzie rozmnażają się w postępie geometrycznym, gdy natomiast środki spożywcze wzrastają tylko w postępie arytmetycznym:

ludzie: 2 4 8 16 32 64 128
żywność: 2 3 4 5 6 7 8

Inny znów uczony wykazał nam czarno na białym, że o ile chcemy, by dalej rosły bujne łany złotej pszenicy, to musimy szukać dla niej nowego nawozu zawierającego azot. Saletra bowiem chilijska jest na wyczerpaniu, a nawóz naturalny, obornik, nie wystarcza. Wprawdzie rola jest stale zasilana azotem przy pomocy bakterij, które go wiążą z powietrza, a częsty płodozmian z zastosowaniem roślin strączkowych wzbogaca ziemię w azot; ponad to podczas



Ryc. 1.



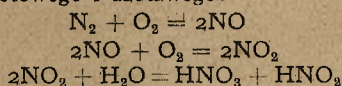
Ryc. 2. Wydajność syntezy amoniaku w różnych temperaturach i pod rozmaitymi ciśnieniami.

burz pokażne ilości tlenków azotu, powstałe dzięki potężnym wyładowaniom elektrycznym, jakimi są pioruny i błyskawice, są splukiwane na ziemię razem z deszczem. Jednak zboża i rośliny uprawne zużywają o wiele więcej azotu, tak że powstaje poważny niedobór.

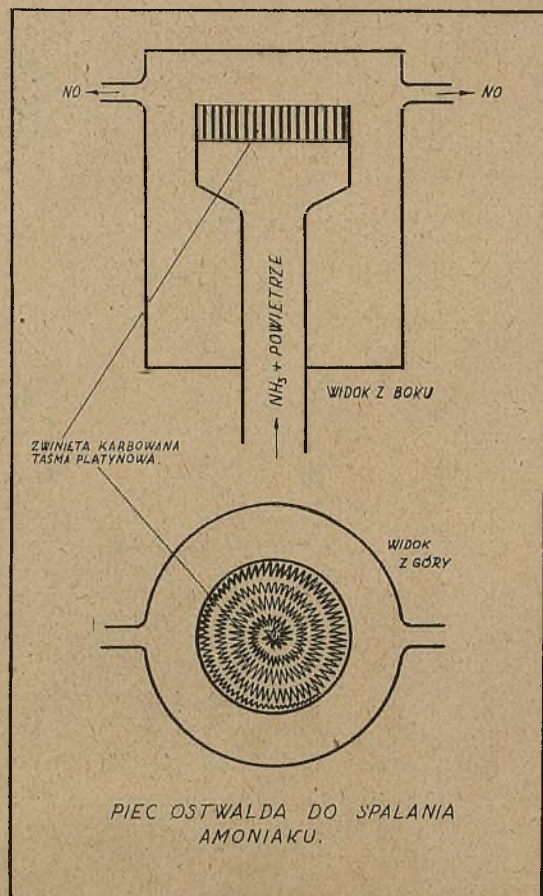
Na uprawę roli systemem koczowniczo-rabunkowym, ani nawet trójpolowym obecnie, gdy każdy nawet nieużytek musi być wyzyskany, pozwolić sobie nie możemy. Musimy szukać na gwałt nowych nawozów azotowych. Wyzyskajmy azot atmosferyczny! Takie hasło rzucili uczeni świata i zaczęli pracować nad tym zagadnieniem.

Wiedzano już, że pod wpływem wyładowań elektrycznych w powietrzu powstają ślady tlenków azotu, które z wodą dają kwas azotowy. Nie potrafiono jednak wyciągnąć stąd żadnych praktycznych wyników. Dopiero Kowalski i Mościcki w r. 1901, a potem dwóch Norwegów Birkeland i Eyde w 1902 roku wypracowali metodę umożliwiającą na skalę techniczną produkcję kwasu azotowego z powietrza.

Przepuszczali oni powietrze przez wirujący łuk elektryczny o bardzo wysokiej temperaturze, dochodzącej do 3500° i otrzymywali tlenek azotu NO, który ochłodzony w temperaturze 200° utleniał się samorzutnie na dwutlenek azotu NO₂. Dwutlenek azotu rozpuszczony w wodzie dawał mieszaninę kwasu azotowego i azotawego:



Mógłby ktoś zadać słuszne pytanie, dlaczego potrzeba aż tak wysokiej temperatury do otrzymania tak prostego połączenia chemicznego, jakim jest NO, i drugie: jak taki łuk wirujący może powstać.

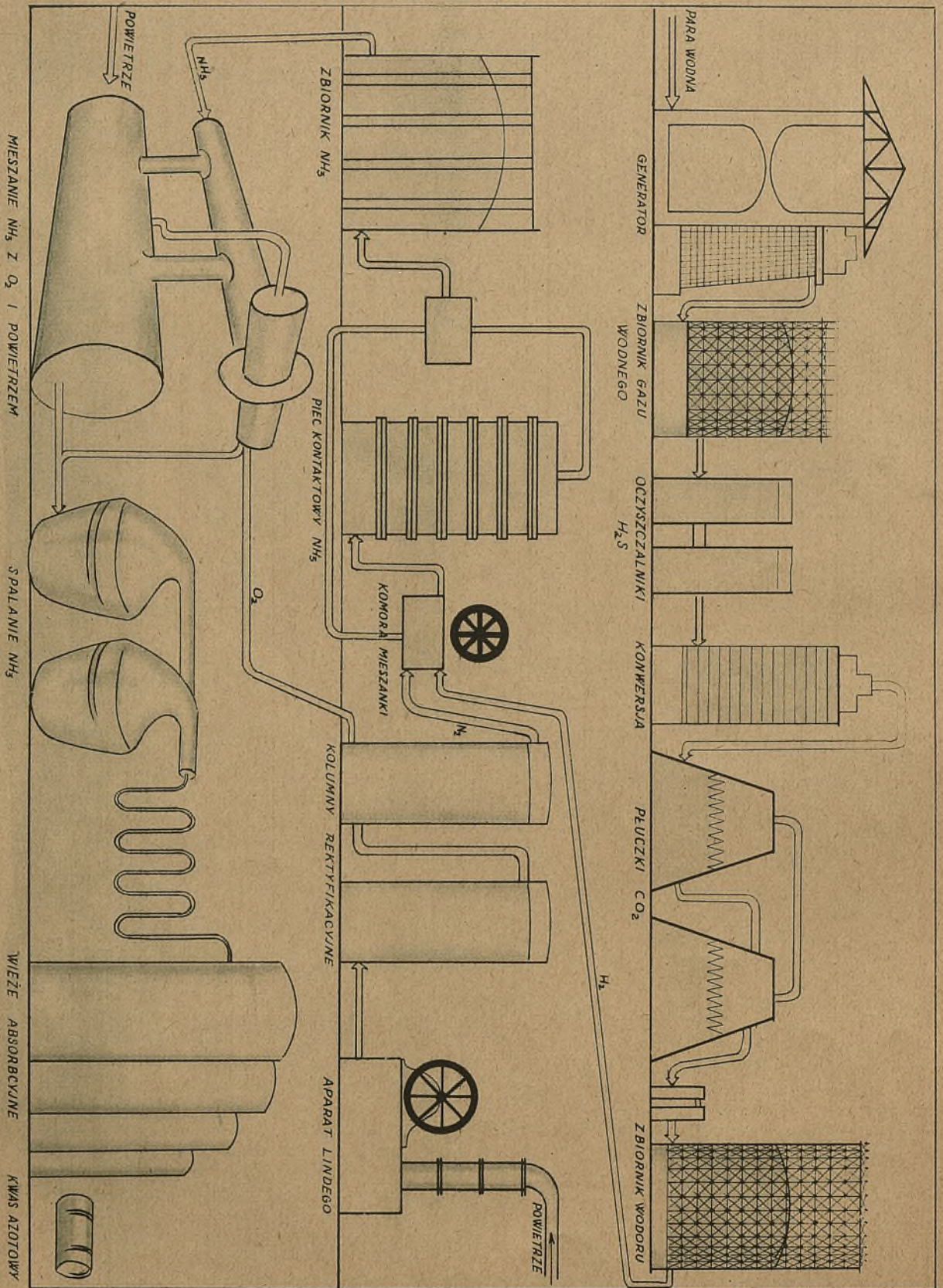


Ryc. 3.

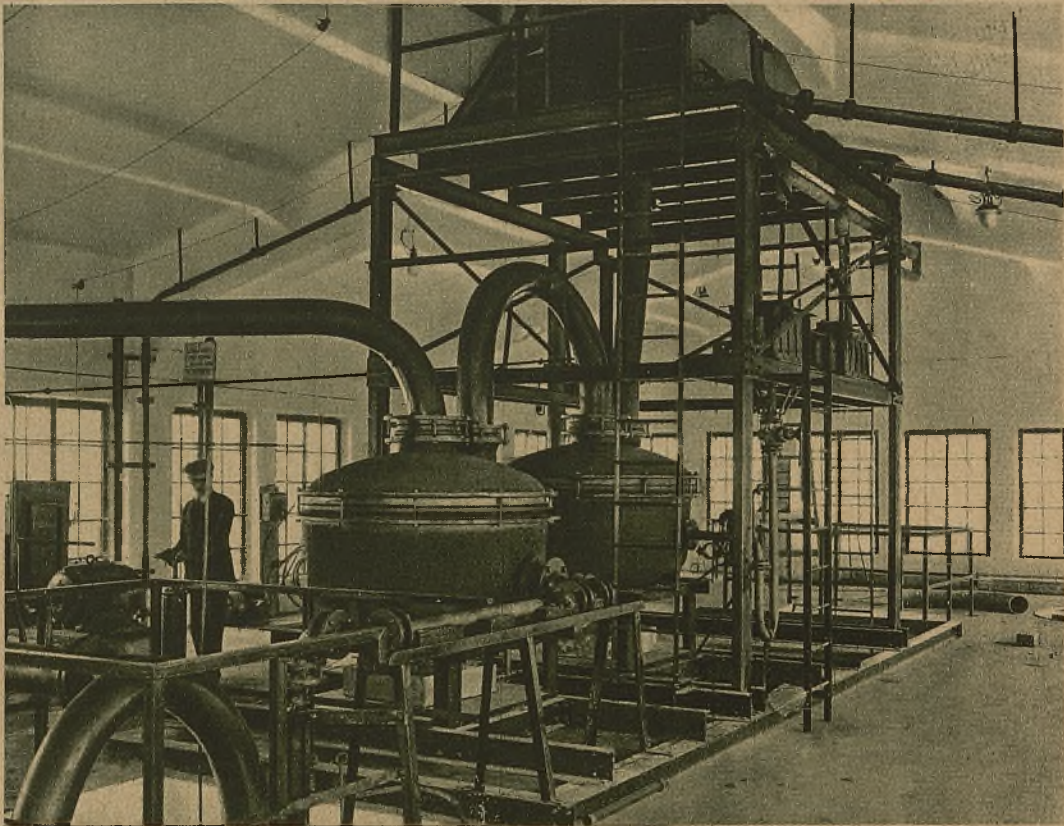
Otóż tlen i azot znajdują się w powietrzu w stanie drobinowym N₂ i O₂ i jako takie nigdy się ze sobą nie łączą, szczególnie azot w tej formie nie jest skory do wchodzenia w związki. W wysokiej jednak temperaturze łuku elektrycznego zjonizowane cząsteczki gazu o wielkiej energii kinetycznej rozbijają drobiny na atomy N i O łączące się chętnie ze sobą, gdyż są wtedy, jak się to zwykle w chemii określa, bardziej aktywne.

Wirujący łuk elektryczny został oparty na znanej zasadzie fizycznej oddziaływania magnesu na przewodnik elektryczny, przez który płynie prąd. Mianowicie o ile mamy magnes 10 kształcie podkowy i między jego biegunami poprowadzimy prostopadle do nich przewodnik, przez który płynie prąd elektryczny, to wówczas będzie nań działała siła zmuszająca go do wychylenia się w kierunku prostopadłym do przewodnika i linii magnetycznych łączących oba bieguny magnesu. Z chwilą gdy prąd zmieni kierunek, zmieni się też kierunek wychylenia przewodnika na wprost przeciwny.

Łuk elektryczny nie jest niczym innym, jak przewodnikiem, złożonym co prawda nie z cząstek metalu, ale z cząstek zjonizowanego gazu. Pod wpływem więc zmiennego prądu elektrycznego łuk w polu magnetycznym będzie się raz wychylał w jedną stronę, drugi raz w drugą, a w rezultacie otrzymamy płomienną okrągłą tarczę, nazwaną elektrycznym słońcem. Przez zastosowanie tej tarczy płomiennej



Ryc. 4. Schemat produkcji kwasu azotowego.



Ryc. 5. Konwersja gazów.

zyskujemy większą przestrzeń o wysokiej temperaturze, w której mogą ze sobą reagować azot i tlen, łącząc się na NO. Jak wspomniałem NO szybko ochłodzony utlenia się łatwo na NO₂, który z kolei jest absorbowany, albo przez wodę i wtedy otrzymujemy rozcieńczony kwas azotowy, albo przez wodorotlenek wapnia, a wówczas otrzymujemy azotan wapnia, tzw. saletrę norweską.

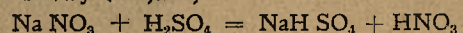
Na zastosowanie łuku elektrycznego do produkcji tlenków azotu zostało opracowane, oprócz powyższej, jeszcze szereg innych metod, jak Paulinga, Schönherra itd. Jednak wszystkie te metody dają bardzo niską wydajność NO, dochodzącą zaledwie do 4%, przy równoczesnym zużyciu 65 KWh na 1 kg związanego azotu. To duże zużycie prądu sprawiło, że ta metoda nadaje się tylko tam, gdzie ma się do dyspozycji tanią energię elektryczną ze zużycia sił wodnych, a więc np. w Norwegii, Szwajcarii. W najgorszym razie można by było wszędzie stosować tę metodę i ceną wysokich kosztów zażegnać złowieszcze proctwa Malthusa. Jednak, jak się niżej okaże, wypracowano inne o wiele lepsze metody, naśladować znowu przyrodę.

W 1877 roku dwóch uczonych Schössing i Müntz pracowało nad oczyszczaniem wód ściekowych za pomocą piaskowych filtrów i przy tym zrobili ciekawe odkrycie. Okazało się, że po pewnym czasie amoniak znajdujący się w wodzie ściekowej przechodząc przez filtry zamieniał się na kwas azotowy. Po żmudnych badaniach stwierdzili, że przyczyna leży w bakteriach, które utleniały amoniak.

I tak jak Birkeland i Eyde naśladowali naturę, tak i inny jeszcze chemik Ostwald oparł swoją metodę na badaniach Schössinga i Müntza, z tą jednak różnicą, że nie utleniał amoniaku przy pomocy bakterij, ale korzystał z katalitycznego działania platyny. Do metody tej używano się wówczas amoniaku otrzymywanego jako produkt uboczny w gazowniach i koksowniach.

Ktoś mógłby jednak powiedzieć: pocóż amoniak zamieniać na kwas azotowy, kiedy możemy otrzymać wprost z amoniaku cenny nawóz, siarczan amonu (NH₄)₂SO₄?

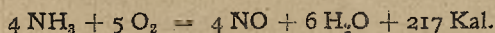
No tak, ale z kwasem azotowym amoniak połączy się na bogatszy w azot i szybko przyswajany przez rośliny azotan amonowy NH₄NO₃. Bowiem gdy pierwszy zawiera tylko 21%, drugi zawiera 35% azotu. A poza tym, czy kwasu azotowego można używać tylko dla potrzeb rolnictwa? Co powiedzą na to fabryki sztucznego jedwabiu, barwików i fabryki, które mają największy głos: fabryki amunicji, produkujące rozmaite trójnitrotoluole, nitrogliceryny, kwasy pikrynowe, melinity i setki innych? Dlaczego do wyrobu tych ostatnich stosować starą metodę otrzymywania kwasu azotowego polegającą na przeróbce saletry chilijskiej:



która potrzebuje dużo drogiego węgla, kwasu siarkowego i na wypadek wojny uzależnia kraj walczący od tak odległego kraju, jakim jest Chile. Bo nie sposób pomyśleć, by miało się wrócić do metod stosowanych za czasów średniowiecza. kiedy zbie-

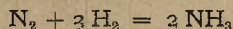
rano po stajniach kwiat saletrzany i przerabiano na saletrę strzelniczą i kwas azotowy. W 1910 roku Badeńska Fabryka Aniliny i Sody zrealizowała metodę Ostwalda.

Przez zwiniętą, cienką, karbowaną taśmę platynową przepuszczano amoniak i powietrze. Amoniak reagował z tlenem:



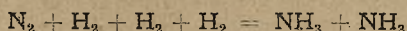
Jak widzimy z powyższego równania reakcja ta jest egzotermiczna, przebiega z wydzielaniem ciepła. Przeprowadzając tę reakcję trzeba początkowo rozżarzyć platynę ciepłem dostarczonym z zewnątrz, potem jednak ciepło spalania amoniaku zupełnie wystarcza, by ten kontakt platynowy utrzymać w żarze.

Wynalazek Ostwalda nie rozwiązał jednak w zupełności palącego zagadnienia nawozów sztucznych opartych na azocie. Amoniak było wówczas jednak za mało. Nie długo jednak trzeba było czekać na to postawienie kropki nad i. Bo już w roku 1913 inny chemik niemiecki Haber przedstawił rewelacyjną metodę otrzymywania amoniaku na skalę techniczną wprost z azotu i wodoru:



Przepuszczał on azot zmieszany z trzykrotnie większą objętością wodoru przez rury wypełnione katalizatorem, w którego skład wchodziło żelazo, osm i molibden, pod ciśnieniem około 200 atm. Temperatura reakcji wynosiła 510°—550°. Wydajność, którą otrzymał, była stosunkowo niska, wynosiła 7%.

Metodzie tej przyszła zaraz w sukurs cała armia fizyko-chemików. Oparli się oni na znanej w chemii zasadzie działania mas, które głosi, że w stanie równowagi chemicznej stosunek iloczynu stężeń drobinowych ciał reagujących według równania w jednym kierunku do iloczynu stężeń ciał reagujących w kierunku drugim jest wielkością stałą.



a zatem $(\text{NH}_3 \times \text{NH}_3) : (\text{N}_2 \times \text{H}_2 \times \text{H}_2) = \text{stała} = K$

czyli $\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = K$.

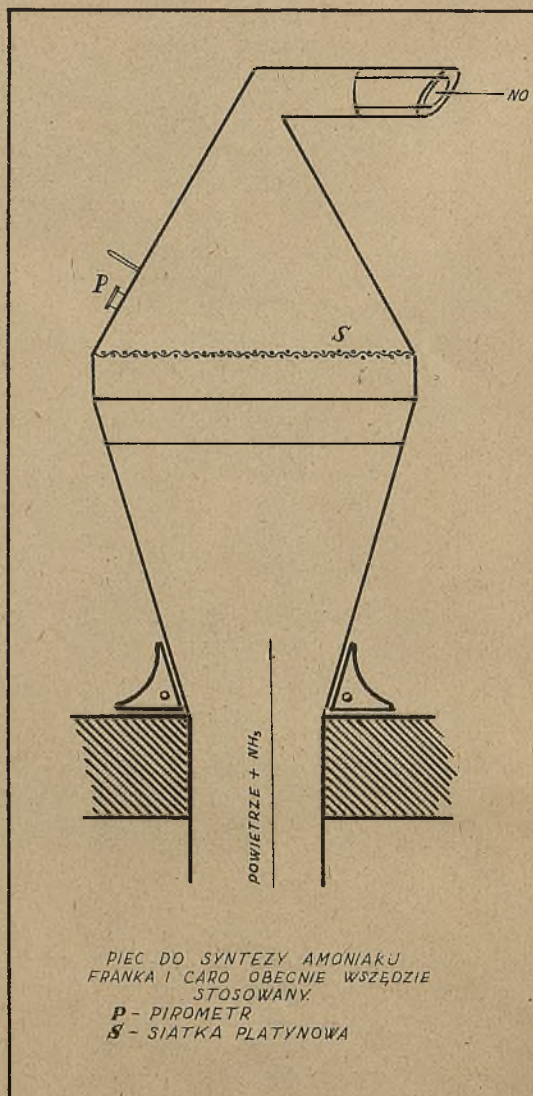
Stężenia drobinowe gazu są zależne od ciśnienia, można więc w powyższym ilorazie stężenia drobinowe przedstawić jako ciśnienia cząstkowe PNH_3 , PN_2 i PH_2 .

$$\frac{(\text{PNH}_3)^2}{(\text{PN}_2) \cdot (\text{PH}_2)^3} = K$$

a z tej ostatniej równości widać, że o ile zwiększymy ciśnienie azotu i wodoru, to zwiększy się wówczas ciśnienie amoniaku, a co za tym idzie zwiększy się jego ilość przy syntezie.

Poza tym wzrost temperatury działa na obniżenie wydajności amoniaku. W temperaturze pokojowej przy zastosowaniu odpowiednich ciśnień można by było otrzymać wydajności bardzo wielkie, ale w czasie

	500°	550°	600°	650°	700°	750°	850°
1 atm.	0,13%	0,07%	0,05%	0,03%	0,02%	0,015%	0,009%
100 „	10,8 %	6,7 %	4,5 %	3,02%	2,1 %	1,54%	0,87 %
200 „	18 %	11,9 %	8,4 %	5,71%	4 %	3,000%	1,68 %
1000 „	42 %	39 %	30 %	23,00%	16,00%	12,000%	6,000%



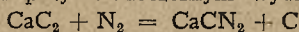
Ryc. 6.

niesłuchanie długim. Wzrost temperatury obniża wydajność, ale równocześnie niewspółmiernie rośnie szybkość reakcji, a w przemyśle rozchodzi się w pierwszym rzędzie o szybką produkcję.

Opierając się na tych rozważaniach teoretycznych wypracował Francuz Claude metodę analogiczną do metody Habera, stosując jednak olbrzymie ciśnienie 1000 atmosfer i otrzymał wydajność 40% amoniaku. Dla tych wszystkich metod, a jest ich obecnie już kilka poza metodami Habera i Claude'a, stosuje się temperatury w zakresie od 500°—550°. To jest zakres optymalny, to znaczy, że w tym wypadku przy największej opłacalnej szybkości dostajemy największą opłacalną wydajność NH_3 .

Na tym jednak nie koniec. Uczni Frank i Caro opracowali metodę otrzymywania amoniaku z cyjana-

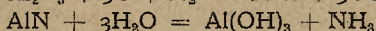
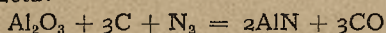
midku wapnia, który otrzymuje się prażąc karbid w atmosferze azotu w piecu elektrycznym. Karbid, czyli chemicznie mówiąc węglík wapnia, łączy się z azotem przy równoczesnym wydzielaniu węgla:



a o ile podziałamy wodą na powstały cyjanamitek, to otrzymamy amoniak:



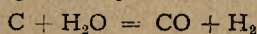
Dalej Serpek opracował metodę otrzymywania amoniaku działaniem wody na azotek glinu, otrzymywany przez prażenie boksytu z koksem w atmosferze azotu:



A oprócz tego można dostać amoniak przez rozkład cyjanku baru. Wszystkie te trzy metody zostały całkiem wyrugowane z przemysłu przez metody Claude'a i Habera. Metoda Frank-Caro była stosowana dawniej w Chorzowie na Śląsku, ale została już od lat z powodu zbyt wysokich kosztów zarzucona i na jej miejsce przyszła metoda Habera.

Zrekonstruujmy sobie teraz bieg procesów chemicznych mających miejsce w fabryce „powietrza”. Podajmy więc surowej kalkulacji kupieckiej wszystkie wymienione metody, ograniczając rozporządzalne surowce tylko do węgla, powietrza i wody. Odpadną nam od razu metody łuku elektrycznego, bo są zbyt drogie. Saletry chilijskiej jako surowca do otrzymywania kwasu azotowego nie weźmiemy w ogóle pod uwagę, wierni zasadzie, że do rozpatrywanej przez nas fabryki nie będziemy dowozić nic innego, jak tylko węgiel. Pozostaje nam zatem tylko metoda spalania amoniaku, a do niej potrzebny jest amoniak, którego nam nie wolno przywieść do fabryki. Amoniak z gazowni odpada tak jak amoniak z cyjanków, z cyjanamidku czy azotku glinu. Pozostaje synteza amoniaku z pierwiastków. A więc amoniak z azotu i wodoru, a z niego kwas azotowy, by z nich obydwóch dostać całkowicie syntetyczny nawóz azotan amonowy.

Przegląd naszej fabryki zaczniemy od początku, to jest od kotłowni. Kotłownię naszą prezentuje szereg kotłów wodnorurkowych o powierzchni ogrzewalnej dochodzącej do 1000 m² i dostarczających wysokoprężnej pary przegrzanej pod ciśnieniem 25—30 atm. Woda używana do zasilania kotłów jest uprzednio zmiekczana przez filtry permutytowe albo fosforanowe. Wysokoprężna para idzie do turbin poruszających prądnice i wytwarzających prąd o napięciu kilku tysięcy woltów. W turbinach tych para nie rozpręża się całkowicie i idzie z nich do ogrzewania fabryki, aparatów, odparników itp. Lwia jednak część tej pary idzie do generatorów gazu wodnego. Są to wysokie kolumny, zbudowane z ogniotrwałej cegły i stali. Wypełnią się je koksem, co jakiś czas automatycznie uzupełnianym. Koks się zapala i rozżarza silnym strumieniem powietrza. Ten okres przepuszczania powietrza nazywa się ciągiem gorącym i trwa 1 1/2 minuty. Następnie przez rozżarzony koks przepuszcza się parę wodną przez 3 1/2 minuty; jest to tzw. ciąg zimny. W czasie ciągu gorącego powstaje tzw. gaz wodny:



który jest mieszaniną wodoru, tlenku węgla i dwutlenku węgla. Skład takiego surowca gazu wodnego wynosi przeważnie: H₂ — 40%, CO — 40%, CO₂ — 5%, a na resztę przypada azot, siarkowodór i metan. Wielkie fabryki związków azotowych (a opłacają się tylko wielkie) produkują ponad 10000 m³ surowego gazu wodnego na godzinę, co jest więcej niż produkcja godzinna gazowni warszawskiej, krakowskiej i lwowskiej razem. Z kolei gaz idzie do oczyszczalników, gdzie w zetknięciu z wodorotlenkami żelaza traci siarkowodór. Z oczyszczalników idzie gaz do konwersji, polegającej na tym, że tlenek węgla w obecności katalizatora utlenia się tlenem pary wodnej, przechodząc w dwutlenek gazu, a wydzielając z niej wodór: CO + H₂O = CO₂ + H₂, tym samym wzbogacając gaz w wodór. Skład gazu po konwersji przedstawia się mniej więcej tak:

H₂ — 60%

CO₂ — 29%

CO — 5%

CO₂ usuwa się przepuszczając przez płuczki z wodą, a resztki usuwa się ługiem sodowym. Pozostaje wodór i mały procent CO, który się wymraża ciekłym powietrzem albo wypłukuje amoniakalnym roztworem miedzi. W ten sposób dostaliśmy jeden składnik potrzebny do syntezy amoniaku. W wielu fabrykach otrzymuje się wodór prościej na drodze, elektrolitycznej, opłaca się to jednak tylko tam, gdzie 1 KWh prądu kosztuje nie więcej jak jeden grosz, bo na otrzymanie tą metodą 1 m³ wodoru potrzeba 4—5 KWh.

Z otrzymaniem drugiego składnika jest mniej kłopotu. Azot otrzymuje się przeważnie przez rektyfikację ciekłego powietrza, skroplonego aparatami Lindego. Czysty azot wprowadza się do komór, gdzie zostaje zmieszany z wodorem w stosunku 1:3. Mieszaninę się teraz spręża kompresorami do kilkuset atmosfer, zależnie od metody, i sprężoną wprowadza do wysokich kolumn wypełnionych katalizatorem. W temperaturze czerwonego żaru następuje synteza amoniaku. Zsyntetyzowany amoniak oddziela się przez wymrażanie od nieprzereagowanego azotu i wodoru, przy czym amoniak idzie do zbiorników, a azot i wodór z powrotem do kolumn reakcyjnych. Na tym się kończy pierwsza faza pracy „fabryki z powietrza”, przy której zużywa się połowę energii dostarczonej przez kotłownię i elektrownię.

Drugą fazą pracy jest otrzymanie kwasu azotowego. Część amoniaku łączy się znowu w specjalnych komorach z uwolnionym od wszelkiego pyłu powietrzem i tlenem, otrzymanym przy rektyfikacji powietrza, i wprowadza się do utleniaczy, w których amoniak się spala na powierzchni siatki platynowej, zastosowanej przez Franka i Caro. Jest to nie taśma platynowa, ale siatka o 3000 oczek na jeden cm², która obecnie, jako dająca o wiele lepsze rezultaty i lepszą wydajność, wyparła zupełnie taśmę Ostwalda. W tych utleniaczach powstaje tlenek azotu, który ochłodzony w obecności powietrza sam, jak już wspomniałem, przechodzi w NO₂; ten ostatni zostaje zaabsorbowany w wysokich wieżach wypełnionych miłkim kwarcytem, po którym spływa woda. W ten sposób

można dziennie otrzymać 150—200 ton kwasu azotowego.

Trzecim etapem pracy będzie otrzymywanie w neutralizatorach, z kwasu azotowego i amoniaku, azotanu amonowego, który po odparowaniu i krystalizacji idzie do handlu pod postacią białej sypkiej soli.

Na zakończenie należy wspomnieć, że oprócz NO i NO₂ istnieją jeszcze inne tlenki azotu jak N₂O₆, bezwodnik kwasu azotowego, i N₂O₃, bezwodnik kwasu azotowego, oraz najciekawszy z nich może N₂O, posiadający własności znieczulania a noszący nazwę gazu rozwesalającego; używany był dawniej przy drobnych operacjach i w dentystyce.

Z wodorem azot tworzy też inne połączenia, jak hydrazynę NH₂NH₂, oraz N₃H, kwas azotowowodory, nadzwyczaj silną substancję wybuchową stosowaną w postaci soli, tzw. azydów, do wyrobu spłonek. W rozpatrywanej przez nas fabryce mogliśmy także produkować z CO₂, wody i amoniaku węglan amonowy, który ma też swoją historię. Używany był bowiem dawniej w buduarach pięknych i ciągle mdlejących pań jako sól trzeźwiąca i nosi dźwięczną alchemiczną nazwę wysokku jeleniego rogu (otrzymywano go bowiem przez suchą destylację rogów jelenich). Dzisiaj, gdy mdlenie nie jest już modne, węglan amonowy zdeklasował się i powędrował do kuchni, gdzie jako „amoniak do pieczenia“ pomaga kucharce przy wypieku ciast.

Setki fabryk rozsianych po całym świecie pracują w dzień i w nocy. W dzień są szare i zakurzone, w nocy przyjmują bajeczne kontury średniowiecznych



Ryc. 7. ... Używany był w buduarach ciągle mdlejących pań i nosi nazwę wysokku jeleniego rogu ...

zamek. I tak, jak zamki w średniowieczu broniły kraj przed nieprzyjacielem, tak dziś te masywy betonu i stali bronią ludzkość przed najbardziej nieubłaganym jej wrogiem — głodem.

Mgr Wł. H.



Dawniej ...

Ryc. 8.



Po zastosowaniu N₂O...

... N₂O posiada własności znieczulania, a nosi nazwę gazu rozwesalającego; używany był w dentystyce ...
(Powyższe ilustracje przedstawiają postępy chemotechniki w interpretacji naszego humorysty).

Schriftleiter — Dr. Feliks Burdecki — Redaktor.

Anschrift der Schriftleitung — Redakcja „Zawodu i Życia“ — Krakau, Poststr. 1.

Eine Nummer des „Beruf und Leben“ kostet 1 Zł. im Schulbezug. Jeden numer „Zawodu i Życia“ kosztuje 1 zł, przy zamawianiu przez szkołę 0,60 zł.

Anschrift der Administration (hierhin hat man sich in allen Angelegenheiten des Bezugs zu richten):

Adres Administracji (tu należy pisać we wszystkich sprawach prenumeraty):

Krakau, Universitätsstr. 19 a, Administracja „Zawodu i Życia“.

Herausgeber: Hauptabteilung Wissenschaft und Unterricht bei der Regierung des Generalgouvernements, Krakau.

Wydawca: Wydział Główny Wiedzy i Nauki przy Rządzie Generalnego Gubernatorstwa, Kraków.